

第 19 回極域生物シンポジウム  
講演要旨集

**Abstracts  
of  
XIX Symposium  
on  
Polar Biology**

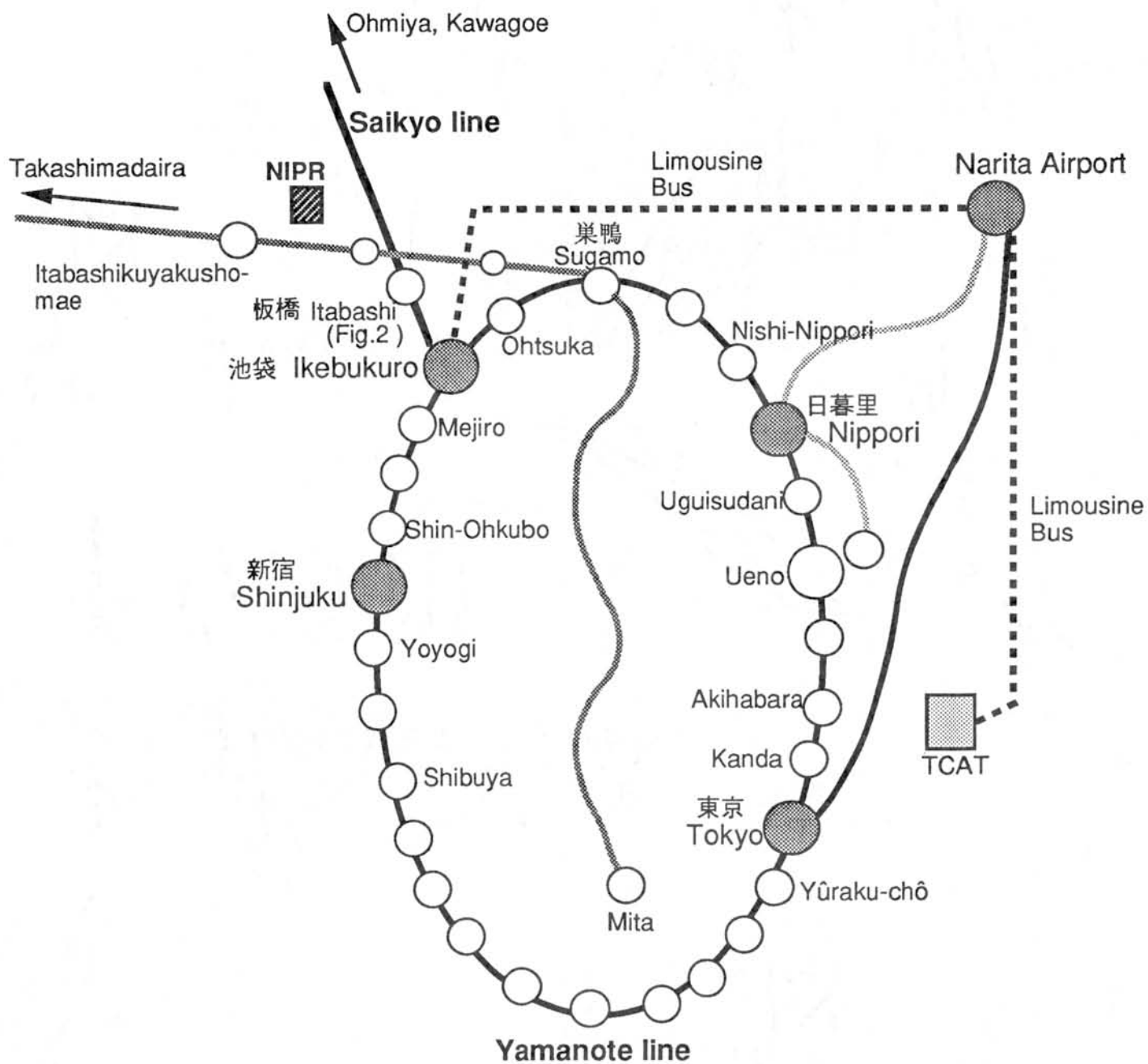
平成 8 年 12 月 5 日（木）、6 日（金）

**December 5, 6, 1996**

国立極地研究所

**National Institute of Polar Research**





# 第 19 回極域生物シンポジウム

## プログラム

平成 8 年 12 月 5 日（木）、6 日（金）

12月5日(木)	12月6日(金)
開会挨拶 1000-1005	
シンポジウム(I) 1005-1210 「南大洋の生物過程」 O1-6	シンポジウム(II) 1000-1215 「極域の湖沼生物」 O13-16
昼食 1210-1300	昼食 1215-1310
シンポジウム(I) 1300-1500 「南大洋の生物過程」 O7-12	ポスター発表(II) 1310-1430 陸上生物セッション F. 氷河後退域の陸上群集 P55-62 G. 環境変動 P63-70
コーヒーブレイク 1500-1515	コーヒーブレイク 1430-1440
ポスター発表(I) 1515-1725 海洋生物セッション A. 海洋環境／リモートセンシング P1-5 B. 植物プランクトンとフラックス P6-18 C. オキアミ、動物プランクトン P19-30 D. 魚類・底生生物 P31-40 E 大型捕食動物 P41-54	ポスター発表(II) 1440-1600 陸上生物セッション H. 陸上生態系 P71-77 G. 微生物・藻類 P78-84
懇親会 1800-2000	閉会挨拶 1600-1605



12月5日(木)

開会挨拶 平澤 威男(極地研)

1000-1005

海洋生物セッション：南大洋の生物過程、等

座長：池田 勉(北大)、渡辺 研太郎、谷村 篤(極地研)

O1. Effects of ultraviolet radiation on marine ecosystems.

1005-1025

El-Sayed, S. Z., Dijken, G., Gonzalez-Rodas, G. (Texas A&M Univ., USA)

O2. Unique considerations for ocean color models of pigments primary production and carbon flux for polar regions.

1025-1050

Mitchell, B. G. (Scripps Inst. of Oceanogr., USA)

O3. Seasonal variation in the particle size spectrum and microbial planktonic biomass in Antarctic coastal waters.

1050-1110

Marchant, H. J. (Antarct Div., AUSTRALIA)

O4. シール島で繁殖中のアゴヒゲペンギンの採餌域と胃内容物

1110-1130

：昼間採餌個体と夜間採餌個体による違い

一井 太郎(遠水研)、Bengston, J. L. (NMML, USA), 林 倫成、三浦 あゆみ(東海大)、  
高尾芳三(NRIFE)、Boveng, P., Jansen, J. K. (NMML, USA), 永延 幹男、川口 創(遠水研)

O5. 北海道サロマ湖海水下における鉛直輸送について

1130-1150

田口 哲(創価大)、齋藤 宏明(北水研)、服部 寛(北海道東海大)、白澤 邦男(北大)

O6. サロマ湖のアイスアルジーからのメッセージ：地球環境変動は季節海水生態系へどのように作用するのか？

1150-1210

工藤 栄、福地 光男、Michel, C. (極地研)

————— 昼食 —————

1210-1300

座長：福地 光男、工藤 栄(極地研)

O7. 南極発散域の海洋構造と南大洋におけるその役割

1300-1320

若土 正暁(北大)、平 啓介、蓮本 浩志(東大)

O8. Wilkes Land 沖における係留観測について	1320-1340
<p>深町 康、若土 正暁（北大）、平 啓介、北川 庄司（東大）、高橋 昭好（地球工学）、          及川 幸四郎、寄高 博行（海上保安庁）、牛尾 収輝、古川 晶雄、福地 光男、          山内 恭（極地研）</p>	
O9. 溶存ガス成分から見た南極発散域の海洋構造	1340-1400
<p>渡邊 修一、鶴島 修夫、角皆 静男（北大）</p>	
O10. 南極海域における溶存有機炭素の分布	1400-1420
<p>小川 浩史、福田 留美、小池 勲夫（東大）</p>	
O11. 南極海オーストラリアセクターにおける海水中の鉄の分布	1420-1440
<p>宗林 由樹（金沢大）、岩元 俊一（京都大）</p>	
O12. 1996 年夏季南極海ウィルクスランド沖発散線周辺における 大型動物プランクトンの分布	1440-1500
<p>千葉 早苗、山口 征矢、石丸 隆（東水大）</p>	
———— コーヒーブレイク ————	1500-1515
———— ポスター発表 I. 海洋生物セッション ————	1515-1725
———— 懇親会 ————	1800-2000

12月6日(金)

陸上生物セッション：極域の湖沼生物

座長：神田 啓史(極地研)、松本 源喜(大妻女大)

- |   |           |
|---|-----------|
| O13. 南極・昭和基地周辺露岩帯に分布する淡水湖沼について  | 1000-1030 |
| 齊藤 捷一(弘前大)、坂東 忠司(京都教育大)、伊村 智(極地研)、日野 修次(山形大)、<br>神田 啓史、大山 佳邦(極地研)                   |           |
| O14. Trophic status of lakes in Thala Hills - records from the years 1967 and 1988. | 1030-1100 |
| Kaup, E. (Inst. Ecology, ESTONIA)   |           |
| O15. 南極昭和基地周辺の湖沼底の植生  | 1100-1130 |
| 伊村 智、神田 啓史(極地研)、坂東 忠司(京都教育大)、斎藤 捷一(弘前大)   |           |
| O16. Viruses in Antarctic Lakes.  | 1130-1200 |
| Wharton, R., Kepner, R. (Desert Res. Inst., USA)                                    |           |
| ————— 討 論 —————   | 1200-1215 |
| ————— 昼 食 —————   | 1215-1310 |
| ————— ポスター発表 II. 陸上生物セッション —————  | 1310-1600 |



12月5日(木)

ポスター発表

海洋生物セッション

A. 海洋環境／リモートセンシング

座長：永延 幹男、一井 太郎(遠水研)、山口 征矢、佐藤 博雄(東水大)

P1. 人工衛星による南極海域の生物—化学過程の解明

木村 典嗣、岡田 喜裕(東海大)

P2. 南大洋における Chl. a 濃度推定のための水中アルゴリズム

平澤 享、山口 征矢、石丸 隆、佐藤 博雄(東水大)

P3. Application of regional bio-optical model for czcs derived phytoplankton pigment distribution studies in Antarctic Peninsular waters during austral summer.

Mahapatra, K. (東海大)、松村 皐月、川口 創(遠水研)、千賀 康弘(東海大)

P4. ドレーク海峡における 1994/95 年夏季の海洋構造の観測

永延 幹男(遠水研)、細沼 克弘(沿岸海洋調査)、一井 太郎、川口 創(遠水研)、  
萩島 隆(東北水研)

P5. Effects of natural UV radiation on Antarctic cyanobacterial mats.

Quesada, A. (琵琶湖研)、Goff, L. (Univ. California, USA), Karentz, D. (Univ. San Francisco, USA)

B. 植物プランクトンとフラックス

座長：佐々木 洋(石巻専大)、佐藤 博雄(東水大)、渡辺 研太郎、工藤 栄(極地研)

P6. 能取湖における結氷期から融氷期にかけての基礎生産の変動について

佐藤 博雄、日下 啓作(東水大)、中根 徹(日本海洋生物研)

P7. アイスアルジーの光合成色素分析

菓子野 康浩、藤本 久美子、小池 裕幸、佐藤 和彦(姫路工大)、工藤 栄(極地研)

P8. 夏季の南極海氷縁域における粒子の下方輸送の短期変動

佐々木 洋、鈴木 英勝(石巻専大)、鈴木 光次、半田 暢彦(名大)、工藤 栄、  
福地 光男(極地研)

P9. Seasonal variations in size-fractionated sinking particles in a seasonally ice-covered ecosystem (Saroma-ko lagoon, Okhotsk Sea).

Michel, C., 福地 光男、工藤 栄 (極地研)

P10. Size-fractionated Chlorophyll a and primary production during spring 1995-96 in the Southern Ocean (Atlantic sector).

Tremblay, J. E.(AWI, GERMANY), Lucas, M. I.(Univ. of Cape Town, SOUTH-AFRICA),  
Bracher, A., Kattner, G., Strass, V. H.(AWI, GERMANY)

P11. 深海微生物群集の増殖に対する圧力の影響

崎山 徳起、大和田 紘一 (東大)

P12. 16SrRNA 遺伝子の RFLP 解析による低温海洋環境から分離された *Vibrio* 科細菌の遺伝学的多様性

浦川 秀敏、塚本 久美子、大和田 紘一 (東大)

P13. 1996 年夏季ウィルクスランド沖南極発散線周辺における植物プランクトンの分布

堀本 奈穂、石丸 隆、山口 征矢 (東水大)

P14 海氷藻類 *Detonula confervacea* のリブローズ二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼの低温特性

鈴木 祥弘 (RITE)、高橋 正征 (東大)

P15. 南大洋におけるピコサイズラン藻・細菌および従属栄養性微小鞭毛虫の分布

深見 公雄 (高知大)、安田 道恵 (極地研)、石垣 哲治 (東大)、宇野 潔 (高知大)

P16. 南大洋における細菌の生産速度および従属栄養性微小鞭毛虫による細菌消費速度の短期変動

深見 公雄、宇野 潔 (高知大)

P17. The influence of ice structure on the algal assemblages off Zhongshoan Station, eastern Antarctica.

He, J., Chen, B., Wu, K. (Polar Res. Inst. of CHINA)

P18. Bacterial population of the Bering and Chukchi Seas : Ecological and physiological features.

Tsyban, A. (Inst. of Global Climate and Ecology, RUSSIA)

#### C. オキアミ、動物プランクトン

座長：服部 寛 (北海道東海大)、高橋 一生、谷村 篤 (極地研)

P19 サロマ湖季節海氷中に分布する微小動物プランクトンとアイスアルジーの日周変化

服部 寛、瀬戸 計行、古田 雄一 (北海道東海大)、斉藤 宏明 (北水研)

- P20. 海氷下のサロマ湖において橈脚類の鉛直分布に影響を与える要因、特に海氷－海水境界層において  
齋藤 宏明（北水研）、服部 寛（北海道東海大）
- P21. 南極海ウィルクスランド沖における *Salpa thompsoni* の分布と濾水速度  
佐藤 力、石丸 隆、山口 征矢（東水大）
- P22. 夏季、南極海表層水における微小動物プランクトンの摂食速度  
津田 敦（北水研）、川口 創（遠水研）
- P23. プリッツ湾における *Metridia gerlachei* の垂直分布および卵巣成熟度  
幸丸 香保留（東海大）、谷村 篤、渡辺 研太郎（極地研）、  
Hosie, G. (Antarct. Div., AUSTRALIA)、久保田 正（東海大）
- P24. JARE-25（1984 年）においてライト・トラップで採集された *Paralabidocera antarctica*（橈脚類）について  
谷村 篤（極地研）
- P25. 南極オキアミの消化管内に生息する共生繊毛虫  
小林 正樹、田口 哲、三枝 順子、戸田 龍樹（創価大）、川口 創、永延 幹男（遠水研）
- P26. サウスシェトランド周辺海域とアデリーランド沖におけるナンキョクオキアミ *Euphausia superba* の食  
習性  
西野 康人、河村 章人（三重大）
- P27. ナンキョクオキアミの水槽内での成長  
平野 保男、松田 乾、渡辺 格郎、内田 至（名古屋港水族館）
- P28 Species, stage and size compositions of larval euphausiids in the southeast Bering Sea in summer 1993 and 1995.  
瀬尾 学（北海道東海大）、西村 あきら（遠水研）、西山 恒夫（北海道東海大）
- P29. Preliminary results of a biological/oceanographic survey off the coast of East Antarctica (80-150°E) carried out in  
January-March 1996.  
Nicol, S., Bindorr, N., Pauly, T., Thiele, D., Woehler, E., Wright, S. (Antarct. Div., AUSTRALIA)
- P30. Antarctic marine copepods : underestimated and undervalued.  
Beaumont, K. L. (Univ. of Tasmania, AUSTRALIA), Hosie, G. W. (Antarct. Div., AUSTRALIA)



D. 魚類・底生生物

座長：岩見 哲夫、沼波 秀樹（東京家政学院大）、竹内 一郎（東大）

- P31. 南極のノトセニア亜目の魚類 *Harpagifer antarcticus* Nybelin の水槽内での繁殖  
平野 保男、松田 乾、渡辺 格郎（名古屋港水族館）
- P32 南極リュツォ・ホルム湾沖から採集した深海性ヨコエビ *Eurythenes gryllus* の鰓の微細構造  
松政 正俊、菊池 進（岩手医科大）、竹内 一郎（東大）
- P33. ケルゲレン諸島周辺海域で行なわれた底延縄試験操業混獲魚類  
岩見 哲夫、沼波 秀樹、澤井 三由子（東京家政学院大）
- P34. 冬期における昭和基地周辺の底生性端脚類の動態  
沼波 秀樹（東京家政学院大）、竹内 一郎（東大）、星合 孝男（極地研）
- P35. 南極海からベイトトラップを用いて採集された、第2下顎に特殊な感覚毛を持つカラヌス目カイアシ類  
—その分類、分布と摂餌生態  
大塚 攻（広島大）、竹内 一郎（東大）、谷村 篤（極地研）
- P36. Cholinergic cardiac responses of Antarctic fishes to subzero temperatures.  
Bastos-Ramos, W. P., Goncalves, N. M. (Univ. Estadual Paulista, BRASIL), Bacila, M.  
(Univ. Federal Parana, BRASIL)
- P37. Connection between type of development and type of distribution of Antarctic brittle-stars.  
Smirnov, I. S. (Zoological Inst., RUSSIA)
- P38. Symbiotic relation of polar ophiuroids in connection with history of formation of faunas.  
Smirnov, I. S. (Zoological Inst., RUSSIA)
- P39. Creation of computer data bank and identification keys for investigation of marine polar faunas.  
Smirnov, I.S. , Lobanov , A. L., Dianov, M. B., Smirnov, A. V. (Zoological Inst., RUSSIA)
- P40. Biodiversity of bottom invertebrates in the eastern part of the Weddell Sea, Southern Ocean.  
Sirenko, B. I. , Smirnov, I. S.(Zoological Inst., RUSSIA), Arntz, W.(AWI, GERMANY)

## E. 大型捕食動物

座長：綿貫 豊（北大）、佐藤 克文（極地研）、河村 章人（三重大）

### P41. 繁殖期におけるコシジロウミツバメの体組成の変化

新妻 靖章、高橋 晃周（北大）、羽山 伸一（日獣大）、綿貫 豊（北大）

### P42. アオメウの採餌および繁殖行動の性差

加藤 明子（極地研）、黒木 麻希（東大）、綿貫 豊（北大）、Shaughnessy, P. D. (CSIRO, AUSTRALIA)、  
内藤 靖彦（極地研）

### P43. ウトウの成長、給餌量の日変動、年変動について

黒木 麻希（東大）、高橋 晃周（北大）、加藤 明子（極地研）、塚本 勝巳（東大）、  
内藤 靖彦（極地研）、綿貫 豊（北大）

### P44. 海氷条件とアデリーペンギンの親の体重変化及び雛への給餌量

綿貫 豊（北大）、宮本 佳則（東水大）、加藤 明子（極地研）、  
Robertson, G. (Antarct. Div., AUSTRALIA)、内藤 靖彦（極地研）

### P45. 東南極リーセル・ラルセン半島および梅干岩営巣地におけるコウテイペンギンの航空調査

渡辺 研太郎（極地研）、佐藤 壽彦（筑波大）

### P46. キングペンギンの潜水行動に対応した遊泳様式

佐藤 克文、加藤 明子、内藤 靖彦（極地研）、Charrassin, J. B., Le Maho, Y. (CNRS, FRANCE)

### P47. 人工照明下における *Pygoscelis* 属ペンギン類の飼育下での活動

栗田 正徳、川上 苗子、阿久根 雄一郎、近藤 幸恵、渡辺 格郎、内田 至（名古屋港水族館）

### P48. 飼育下におけるキングペンギンの3成長例

川上 苗子、栗田 正徳、近藤 幸恵、阿久根 雄一郎、渡辺 格郎、内田 至（名古屋港水族館）

### P49. 飼育下でのネズミイルカの酸素消費

大谷 誠司（総研大）、内藤 靖彦（極地研）、河村 章人（三重大）

### P50. 北海道周辺海域におけるイシイルカの摂餌率

大泉 宏、宮崎 信之（東大）

### P51. 北極海のディクソンで調査したワモンアザラシの生物学的知見

宮崎 信之（東大）、小山 靖弘（NHK）、佐々木 裕之（北大）、Belikov, S.,  
Boltunov, A. (Russian Res. Inst.)

P52. 1995/96 年鯨類捕獲調査によるミンククジラ分布に対する海洋環境の解析

永延 幹男（遠水研）、狩野 弘昭（アジア航測）、伊藤 喜代志（環境シミュレーション研）、  
西脇 茂利（日鯨研）

P53. Carbohydrate metabolism in birds erythrocytes levels of ip5 and 2,3-dpg in Antarctic birds and effect on chicken hexokinase activity.

Rodrigues, E., Rosa, R., Ocampos, D., Rosa, C. D., Bacila, M.(Universidade Federal do Paranáderal do Paraná)

P54. Ureogenesis in Antarctic birds.

Rodrigues, E., Rosa, R., Bacila, M.(Universidade Federal do Paranáderal do Paraná)



12月6日（金）

ポスター発表

陸上生物セッション

#### F. 氷河後退域の陸上群集

座長：増沢 武弘（静岡大）

P55. ニーオルスン氷河後退域周辺モレーン上の植物群落と地形的要因

南 佳典（平岡環境研）、沖津 進（千葉大）、神田 啓史（極地研）

P56. ニーオルスン氷河後退域モレーンにおける植生の発達と表面礫構成との関係

沖津 進（千葉大）、南 佳典（平岡環境研）、神田 啓史（極地研）

P57. 北極氷河末端域における植生の定着と発達

神田 啓史（極地研）、南 佳典（平岡環境研）

P58. 北極ニーオルスンにおけるムラサキユキノシタの生育形と繁殖特性との関係

久米 篤（早大）、別宮 有紀子（都立大）、中坪 孝之（広島大）

P59. スバルパール諸島ニーオルスンにおけるチョウノスケソウの繁殖特性

和田 直也（富山大）

P60. 北極ニーオルスン氷河後退域における根の呼吸について

中坪 孝之（広島大）、別宮 有紀子（都立大）、久米 篤（早大）、小泉 博（農環研）

P61. 北極ニーオルスン氷河後退域における土壌呼吸の温度依存性について

別宮 有紀子（都立大）、中坪 孝之（広島大）、久米 篤（早大）、小泉 博（農環研）

P62. ボリゴンにおける土壌小型節足動物の微小生息域

吉田 勝一（岩手大）、大山 佳邦（極地研）

#### G. 環境変動

座長：和田 直也（富山大）

P63. 高山植生から見た地球温暖化の研究Ⅱ —中央アルプス木曽駒ヶ岳におけるオーブントップチェンバー内の温度環境—

飯島 慈裕（都立大）、木村 圭司（東大）、GENET(Geoecological Network)

- P64. 高山植生からみた地球温暖化の研究Ⅲ—卓越風遮蔽物が高山植物のフェノロジーに与える影響—  
福興 聡（農工大）、GENET(Geoecological Network)
- P65. オープントップチャンバーを用いた高山植物の成長実験：富山県立山山地における実験例  
宮本 みちる、和田 直也、小島 覚（富山大）
- P66. 富士山高山帯においてオープントップチャンバーが植物に与える影響について  
永井 雅、渡辺 雅子、増沢 武弘（静岡大）
- P67. 南極に設置したオープントップチャンバー内外の温度環境  
伊村 智、神田 啓史（極地研）
- P68. The effect of UV on Antarctic algal lipids.  
Skerratt, J., Davidson, A., Nichols, P., McMeekin, T. (Univ. of Tasmania, AUSTRALIA)
- P69. バイカル湖の湖底堆積物コア(BDP93/1&2)中の有機化合物による古環境変動の再現  
小作 さゆり（農工大）、松本 源喜（大妻女大）、高松 信樹（東邦大）、  
本橋 知子（大妻女大）、西 みゆき（東理大）、吉野 由美（東理大）、  
日向 ルミ子（大妻女大）、竹村 哲夫（東理大）、安部 喜也（農工大）
- P70. Changes of plant and vegetation diversity on latitudinal gradient on Taymyr Peninsula.  
Matveyeva, N. (Komanov Bot.Inst., RUSSIA)
- H. 陸上生態系  
座長：中坪 孝之（広島大）
- P71. 南極産蘚類 *Bryum amblyodon* の生殖器官形成  
樋口 正信（科学博物館）、中坪 孝之（広島大）、伊村 智、神田 啓史（極地研）
- P72. 培養実験による南極植生の定着過程  
鮎川 恵理（農工大）、伊村 智、神田 啓史（極地研）、福嶋 司（農工大）
- P73. 南極昭和基地周辺で発見された種子植物  
神田 啓史、伊村 智（極地研）
- P74. 富士山の高山帯に成育するイタドリの Rubisco 含量の季節変化  
松浦 智彦、浅沼 隆行、増沢 武弘、石川 勝利（静岡大）

P75. 富士山高山帯におけるコタヌキランの光合成特性

木部 剛（総研大）、増沢武弘（静岡大）、神田啓史（極地研）

P76. 乗鞍岳のオオシラビソからなる森林限界の形成要因

京相 芳紀、熊谷 壮史、丸田 恵美子（東邦大）

P77. The vegetation of Nelson Island Lakes - South Shetland Islands, Antarctica.

Putzke, J. (Santa Cruz Univ., BRASIL)

## I. 微生物・藻類

座長：奥山 英登志（北大）

P78. 南極産好冷性酵母による高塩濃度条件での硝酸塩除去

石川 覚之（山梨大）、西川 二郎（東京理科大）、辻 政雄、小宮山 美弘  
（山梨県工技センター）、平山 けい子、平山 公明（山梨大）

P79. ノルウェー産好冷性糸状菌 *Typhula ishikariensis* 耐凍性の分類群間の差異

星野 保（北工研）、Tronsmo, A. M. (Nor. Crop Res. Inst.)、松本 直幸（農環研）、  
荒木 忠（北大）、合田 孝子、扇谷 悟、石崎 紘三（北工研）

P80. Microbial biodiversity of Antarctica and temperature sensing in psychrotrophic bacteria.

Shivaji, S. (CCMB, INDIA)

P81. 南極マクマードドライバレーの岩石内微生物群に存在するステロールの生物地球化学的特徴

関谷 絵里（農工大）、松本 源喜（大妻女大）、Friedmann, E.I. (Florida State Univ., USA)、  
安部 喜也（農工大）

P82. 雪腐病菌の脂質

Istokovics, A., 泉 和雄、星野 保、澤田 美智子、石崎 紘三、森田 直樹（北工研）、  
奥山 英登志（北大）

P83. 画像解析技術を用いて、ヒマラヤ雪氷コア中の微生物を計測する

吉村 義隆（東工大）、河崎 行繁、辻 堯（三菱化学生命研）、幸島 司郎（東工大）

P84. 南極淡水産緑藻の高温及び凍結耐性

長島 秀行、百瀬 春生（東理大）

講演要旨  
(口頭発表)

Abstracts  
for  
Oral Presentations



## **Effects of Ultraviolet Radiation on Marine Ecosystems**

Sayed Z. El-Sayed, Gert van Dijken and Gaston Gonzalez-Rodas

Department of Oceanography, Texas A&M University

College Station, TX 77843-3146, U.S.A.

### **ABSTRACT**

Stratospheric ozone depletion, now on a global scale, is causing renewed concern about the consequences of increased levels of ultraviolet radiation (UV-B in particular) reaching the Earth's biosphere.

The present review focuses on the impact of UV-B on the marine organisms that have been studied most, i.e. phytoplankton and to a lesser extent on zooplankton and the higher trophic levels in the marine ecosystem. These studies have shown that increased levels of UV-B affect photosynthetic activity, cause decrease in growth and metabolic rates, impair nitrogen assimilation, inhibit the motility and orientation of freely motile organisms and bleach the photopigments. Further, UV-B interacts directly with DNA and a variety of other cellular constituents, generating several photoproducts that have deleterious effects on the living cells. Even without ozone depletion, ambient levels of UV-B radiation across latitudes, altitudes and depth in the water column may influence life at all levels of organization from sub-cellular and cellular, to individuals, communities and ecosystems.

Additionally, increase in UV-B is likely to alter community diversity as well as species composition. Investigators have speculated that any shifts in the species composition could likely bring about changes in trophic interaction as well as global climate change. Considerable caution, however, should be exercised when extrapolating the results of experiments carried out in the laboratory under artificial conditions and using artificial light to mimic natural solar radiation to the real world, i.e. the ocean. Further, while considerable progress has been made towards a better understanding of the effects of UV radiation on aquatic organisms, there are still wide gaps in our knowledge that need to be addressed. Foremost among these is how the marine communities and ecosystems are likely to respond to changes in UV-B as the stratospheric ozone depletion continues well into the next century.

Considerations for ocean color algorithms for pigments,  
primary production and carbon flux in polar regions

Greg Mitchell

Scripps Institution of Oceanography

La Jolla, CA 92093-0218 USA

Polar oceans have bio-optical relationships that differ from low latitude regions. In particular, the spectral absorption and diffuse attenuation coefficients, per unit of pigment concentration, are smaller than for low latitude regions. The sources of this differentiation, including pigment package effects, and the relative contributions of detrital and soluble absorption will, be considered in the context of pigment algorithms for ocean color satellites (e.g. OCTS, SeaWiFS, MODIS, GLI, MERIS). Extending estimates of surface pigments to rate processes such as primary production or carbon fluxes requires consideration of temperature effects, vertical structure, and higher trophic levels. A simple, empirical algorithm for carbon flux estimates based on ocean spectral reflectance and sea surface temperature will be presented. The algorithm was developed using a diverse data set from high and low latitudes. Such algorithms would be ideally suited for applications of the Japanese OCTS satellite which is the first satellite to combine high quality ocean color and sea surface temperature observations at the global scale.

# SEASONAL VARIATION IN THE PARTICLE SIZE SPECTRUM AND MICROBIAL PLANKTONIC BIOMASS IN ANTARCTIC COASTAL WATERS

Harvey J. Marchant and Fiona J. Scott  
Australian Antarctic Division,  
Channel Highway, Kingston, Tasmania, 7050 Australia

Marked seasonal variation in the size spectrum of particles and plankton were observed at an Antarctic coastal site from May 1991 to February 1992. The concentration of particles in the range of 0.74 to 87  $\mu\text{m}$  varied from  $2.12 \times 10^8 \text{ l}^{-1}$  in July to  $1.31 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$  in January. Ninety-seven percent of these particles are non-living and  $<2 \mu\text{m}$  in diameter, and account for most of the organic carbon. Bacterial biomass ranged between 0.58 and 5.10  $\mu\text{gC l}^{-1}$ , contributing  $<0.2\%$  of the measured TOC, protistan biomass between 0.001 and 42.55  $\text{mgC l}^{-1}$ . Estimates of organism carbon represented  $<25\%$  of the POC throughout the year except during the spring bloom of the diatom *Entomoneis*. The ratio of the concentrations of autotrophic plankton carbon to chlorophyll *a* varied markedly through the year with the maximum value coinciding with the bloom of *Entomoneis*, highlighting the problem of using constant conversion factors for different environments and seasons.

シール島で繁殖中のアゴヒゲペンギンの採餌域と胃内容物  
 : 昼間採餌個体と夜間採餌個体による違い

Foraging areas and diets of breeding chinstrap penguins at Seal Island  
 : differences between daytime and overnight foraging penguins

一井太郎<sup>1</sup>, J. L. ベンゲトソン<sup>2</sup>, 林倫成<sup>3</sup>, 三浦あゆみ<sup>3</sup>, 高尾芳三<sup>4</sup>,

P. ボーベンゲ<sup>2</sup>, J. ジャンセン<sup>2</sup>, 永延幹男<sup>1</sup>, 川口創<sup>1</sup>

T. Ichii<sup>1</sup>, J.L. Bengtson<sup>2</sup>, T. Hayashi<sup>3</sup>, A. Miura<sup>3</sup>, T. Takao<sup>4</sup>, P. Boveng<sup>2</sup>, J.K. Jansen<sup>2</sup>,  
 M.Naganobu<sup>1</sup> and S. Kawaguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Research Institute of Far Seas Fisheries, JAPAN; <sup>2</sup> National Marine Mammal Laboratory, Alaska fisheries Science Center, USA; <sup>3</sup> Faculty of Marine Science & Technology, Tokai University, JAPAN; <sup>4</sup> National Research Institute of Fisheries Engineering, JAPAN

The chinstrap penguin (*Pygoscelis antarctica*) is the most important consumer of krill (*Euphausia superba*) in Seal Island area, a krill-abundant area. To understand their foraging ecology, the diet (1987/88-94/95) and prey distribution (1994/95) in the foraging areas were studied during chick provisioning period.

Chinstrap penguins foraged in two distinct modes: during the day or overnight. Tracking of the foraging trips revealed that daytime foraging penguins traveled within shelf, while overnight foragers traveled beyond the shelf as far as slope.

Prey distributions were different between in the slope and shelf: krill densities were lower (12 g/m<sup>2</sup>) in the slope where krill occurred in more dispersed swarms, whereas higher (61 g/m<sup>2</sup>) in the shelf where krill occurred in more dense and discrete swarms; krill were larger in size and more mature stages in the slope than in the shelf; myctophid fish were available at night in the slope, whereas absent from the shelf.

Diet analysis suggests that myctophid fish, which constituted 21-51 % of the caloric intake of overnight foragers (0-1 % for daytime ones), made substantial contribution in years when krill are scarce. With regard to krill, overnight foragers tended to select larger mature females, whereas daytime ones tended to select immature males.

Considering that penguins may have difficulty in perceiving prey at reduced light, overnight foraging may be more advantageous in the slope where krill show more uniform distribution and myctophid fish and larger female (easier-to-catch) krill are also available. Daytime foraging, on the other hand, may be more advantageous in the shelf where krill is more abundant (even though very patchy) and whose location is closer to the breeding sites.

**VERTICAL FLUX UNDER SEA ICE IN 1995 SEASON IN SAROMA-KO  
LAGOON, HOKKAIDO, JAPAN**

S. Taguchi<sup>1)</sup>, H. Saito<sup>2)</sup>, H. Hattori<sup>3)</sup> and K. Shirasawa<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Faculty of Engineering, Soka University, Tokyo, Japan

<sup>2)</sup>Hokkaido National Fisheries Research Institute, Kushiro, Japan

<sup>3)</sup>Department of Ocean Engineering, Hokkaido Tokai University, Sapporo, Japan

<sup>4)</sup>Sea Ice Research Laboratory, Hokkaido University, Monbetsu, Japan

Multiple sediment trap and current meter were deployed prior to the ice formation in December 1994 and recovered after the ice disappearance in April 1995. Complete ice coverage started on February 3 and terminated on April 10, 1995. Vertical flux of chlorophyll *a* and pheopigments was 0.6 mg CHL *a* m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> and 1 mg PHEO m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> before and after the ice coverage period, respectively. The similar vertical flux was observed during the first half of ice coverage. The lowest vertical flux (<0.04 mg CHL *a* m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> and 0.15 mg PHEO m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) was observed in the middle of ice coverage period. Both vertical flux increased during the second half of ice coverage period prior to the complete disappearance of ice. The increase of vertical flux was coincided with the increase of seawater temperature. They reached the maximum (2.7 mg CHL *a* and 2.9 mg PHEO m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) immediately after the ice disappearance when salinity started decreasing. Pheopigment flux was a major proportion of total pigment flux even at the peak of chlorophyll *a* flux except one instance when seawater temperature started increasing. Total flux of chlorophyll *a* related to sea ice was estimated as 1.4 gC m<sup>-2</sup> [67 d]<sup>-1</sup> assuming plant Carbon:CHL *a* ratio of 30.

## サロマ湖のアイスアルジーからのメッセージ：地球環境変動は季節海氷生態系へどのように作用するのか？

### Is global change acting on temporal changes in ice algal biomass and its flux pattern in a low latitude marginal ice-covered sea ?

Sakae KUDOH, Mitsuo FUKUCHI and Christine MICHEL

National Institute of Polar Research, 1-chome, 9-10 Kaga, Itabashi-ku, Tokyo 173, JAPAN

“How does the polar ecosystem respond to the recent or future global change ?” is getting to be a key question among the polar ocean ecologists. Polar seas, especially seasonally ice-covered seas, support great biomass of marine fishes, mammals and sea birds, and are thought to play an important role in carbon export and global matter flux.

We summarized recent trends in sea ice conditions and associated ice-algal biomass in Saroma-ko Lagoon, a low latitude seasonally ice-covered marginal sea. In order to identify any signals of the effects of global change in the sea ice ecosystem, we compared results obtained from an Automatic Marine Observation System (AMOS) and time-series sediment traps during 1986/87 and 1995/96.

Over the last 10 years, the duration of sea ice coverage reduced. It went from more than 3 months in 1986/87 to nearly 2 months in 1995/96. In spite of differences in ice cover duration, ice-algae reached similar biomass in bottom sea ice. The biomass, expressed as chlorophyll *a* (Chl *a*), increased during February to reach ca. 10 mg Chl *a* /m<sup>2</sup> each year.

Continuous recording of physical parameter such as temperature and salinity, and Chl *a* showed minimum suspended Chl *a* in late December, when the lagoon was rapidly cooled and overturned. During the ice-covered period, low Chl *a* concentrations were maintained during 2 months in 1986/87, however, several increases of Chl *a* were clearly observed in 1995/96. Data obtained from the sediment traps were well correlated with Chl *a* data from AMOS. In 1986/87, there were no increases in Chl *a* fluxes until ice melt in late-March. However, in 1995/96, high Chl *a* fluxes were also observed in February, which is the period of ice growth. These high Chl *a* fluxes in 1995/96 occurred a few days after increases in air temperature. These indicated that the Chl *a* increase in the water was due to the release of ice algae from the ice and subsequent sinking. This occurred during rather warm days in winter and such event frequently might occur, even if the sea ice seems stable.

近年予測されている地球環境変動は季節海氷が発達する海域で如何なる影響をおよぼすか、という疑問の解明は、これらの海域が高い生物生産性を示す上に地球規模の炭素循環の海洋におけるシンクを担っているという見解から生態学的にはもちろん地球科学的にも極めて重要である。極地研生物グループはこのような海域の北半球での最低緯度側に位置するサロマ湖においてアイスアルジーおよび季節海氷生態系に関する野外調査を継続的に実施している。ここでの季節海氷の発達は今迄明らかなに衰退傾向が認められ、10年前と当年の冬では結氷期間が実に1ヶ月以上も短縮されている。このように海氷の存在期間に明らかな差異があるにもかかわらず、海氷中に存在するアイスアルジー生物量はクロロフィル *a* 濃度で見ると、それほど大きくは異ならず、結氷期間が大きく異なるここ5年間のアイスアルジ

一生物量の変動にも結氷期間の長短とは関係を見出すことができなかった。

海氷中のアイスアルジー量には大きな差異が認められなかったが、それが沈降することにより生じたと考えられる結氷期間中の水中のクロロフィル量の変動パターンには明らかな違いがあった。10年前は結氷期間中は、水中のクロロフィル量は、水温上昇に伴って海氷が融解し出す3月下旬まで極めて低いレベルで保たれていたのだが、今年の連続記録データでは海氷が厚さを増していた期間の2月にも、しばしば生じる気温の上昇（大雪を伴った暖気の襲来）期間から数日遅れて顕著な増加が繰り返して生じていたことが判明した。はたして季節海氷発達海域の中で最も低緯度側で見られているこれらの変動は地球環境変動の影響なのであろうか？



# Oceanic Structure of the Antarctic Divergence and Its Role in the Southern Ocean

若土正曉（北大低温研）、平啓介、蓮本浩志（東大海洋研）

M.Wakatsuchi(Hokkaido Univ.), K.Taira, H.Hasumoto(Univ. of Tokyo)

It is believed that the Antarctic Divergence (AD) which surrounds Antarctica and has the form of a narrow belt occurs in the boundary between the easterly wind regime near the Antarctic continent and the westerly wind north of 60 S. In AD, the upwelling of deep water is caused by the surface Ekman transport divergence. Since the deep water, named the Circumpolar Deep Water, generally has warm salty properties, its upwelling brings about upward fluxes of heat and salt; this may lead to the formation of polynyas within the ice cover. According to recent our work (Wakatsuchi et al., 1994), AD in the Indian Ocean sector is composed of a street of cyclonic eddies which measure about 500 km in the zonal direction and 200 km in the meridional. The eddy formation recurs year after year, although eddy locations can vary somewhat. A polynya was observed to persistently occur and corresponded with one of the eddies in location, size, and form. The oceanographic observations also suggest that the primary meridional exchange of heat and salt in the Antarctic are caused through the eddies and the Antarctic Circumpolar Current meanders within the Antarctic Divergence.

世界東部、極一、エ状とラの西存事こやましし解が。  
 海生周、帯）ブ水、はんいの湧た進を一。しあなる。  
 みなにつつ、極も、はを大層で並て渦、しに割デる介で  
 困め蛇の層に陸最深）にきのき峻間役、あ紹定  
 り放たの付近大（る。一状てつで示渦な論でも予  
 取開る蛇こ深付極温けるタ列し一認をらき勿きタす  
 とつあき洋。度南Divergence高於なく個入の確性れ大はべ一話  
 り持が太換西るうがもににセ数進ちも能そに測くデて  
 を配が太換西るうがもににセ数進ちも能そに測くデて  
 ぐ流勾がの北緯昇き散すド渦つのたる列輪場て観つ  
 を交度）質るし南湧て発らん性しそい渦塩現し場に  
 陸接密物す入のAntarctic極たい圧行、成て模然なぞ現割  
 大直なCurrentや成進い水（入南も）気蛇し形し規北的めた役  
 極とき熱形でて層域進、を域低が在が果中南果をれる  
 南）大のでまっ深散にめ送散の流存アを性を効解らい  
 は洋にと部域なう発域た輪発模極に二割圧け、理得て  
 ン方極海北極にも南極い上南極場ポの低に後の最果  
 Ocean）北極西南場とを南ての、k南じのかる域今量くの  
 洋、南大てりに帯はし塩ら0は同さ等す海。定ご域  
 Southern Arcticと北れま散昇水持とか0にぼき何在極たつ、散  
 大に緯るのの水の深をな研約の年、成に、なして極  
 洋付Antarctic低いも圧面こ洋質大の北渦毎形状域はに行ム南  
 （平度（るれに低るる大のぼ我、渦渦じ二発極らをジけ  
 洋太る流いさ流、よい北塩にのmら各同リ極周明研究ポお  
 大く5極てな極方にで。高的近kれ。とボ南極も研ンに  
 南洋緯周れて周一送んる・果最0そた渦がの南事論シ洋  
 大南極流しの輸困い）結0、っは渦こるる理大  
 三。南き介こンりで度はは5し判で洋、くいや南  
 のるた向をはマ取ん2昇約在がろ海たてて折ら

## Wilkes Land 沖における係留観測について

## Mooring Measurement off Wilkes Land

深町 康、若土 正暁（北大低温研）、平 啓介、北川 庄司（東大海洋研）、  
高橋 昭好（地球工学）、及川 幸四郎、寄高 博行（海上保安庁水路部）、  
牛尾 収輝、古川 晶雄、福地 光男、山内 恭（極地研）

Yasushi Fukamachi, Masaaki Wakatsuchi (Inst. Low Temperature Science, Hokkaido Univ.),  
Keisuke Taira, Shoji Kitagawa (Ocean Research Inst., Univ. Tokyo),  
Akiyoshi Takahashi (Geo Tecs Co.),  
Kohshiro Oikawa, Hiroyuki Yoritaka (Hydrographic Dept., Maritime Safety Agency),  
Shuki Ushio, Akio Furukawa, Mitsuo Fukuchi, Takashi Yamanouchi (NIPR)

Mooring measurement was carried out at three locations on the continental slope off Wilkes Land, Antarctica (see the table below for detail). The mooring array was deployed by R/V *Hakuho-Maru* in January 1995. Mooring A, and moorings B and C were recovered by icebreaker *Shirase* in March 1995 and 1996, respectively. Data at mooring C show that current speeds were largest near the bottom. Power spectra for these current speeds are dominated by diurnal and semi-diurnal tidal components. We are currently investigating correlation between these current speeds and surface-wind speeds near mooring C in an objective analysis data set.

南極 Wilkes Land 沖の大陸棚斜面上の 3 地点において、係留観測を実施した（詳細については下表を参照）。3 つの係留系は 1995 年 1 月に東大海洋研の白鳳丸によって設置され、A 点の系が同年 3 月に、B 点および C 点の系が翌年 3 月に日本南極観測隊のしらせにより回収された。C 点の系のデータを調べると、3 つの流速計の中で海底近くで流速が最も大きくなっていた。パワースペクトルを計算したところ、C 点の全ての流速計のデータについて、日周潮および半日周潮の成分が卓越していることがわかった。現在は流速と客観解析データから得られる C 点付近での地上風の相関について調べているところである。

Table. Mooring characteristics

Current meter	Location	Mooring/Water depths (m)	Period	Note
A	(140°20'E, 64°40'S)	2957/3249	1/15/95-3/19/95	
B-1	(141°59'E, 65°00'S)	1090/2960	1/17/95-	not recovered
B-2		1793/2960	1/17/95-3/9/96	
B-3		2927/2960	1/17/95-3/9/96	
C-1	(139°59'E, 65°10'S)	1075/2665	1/17/95-3/9/96	no data
C-2		1778/2665	1/17/95-3/9/96	
C-3		2632/2665	1/17/95-3/9/96	

Concentrations of CFCs, which are useful chemical tracers, and methane were measured along 140° E in the Southern Ocean during Hakuho-Maru KH94-4 cruise. Higher concentrations of CFC-11, CFC-12 and methane were observed in the continental slope. These concentrations in the bottom water were also higher than those in the intermediate and deep waters. Ratios of CFC-11 and CFC-12 concentrations observed in the bottom water near the continental slope were similar to those in the surface water. These results support that the deep water in this area made to the surface water through the continental slope.

【はじめに】海洋構造や海水循環を明らかにするために多くの化学トレーサーが用いられている。人為的に合成され、大気に放出されたCFCs (CFC-11、CFC-12) は、自然界では高層大気中での光分解以外に主要な分解過程がなく、また、生物による取り込み等もない。また、CFC-11、CFC-12の大気への放出量は年代で異なるために、それぞれの濃度比から年代の推定が可能である。よって、CFCsは、海洋表層付近の海水流動や中深層水の形成過程等の解析を行うのに有効な化学トレーサーとして多くの海域で測定が行われている。メタンは、海水中での生物活動によって影響を受けるため、化学トレーサーとして有用ではない。しかし、海水中での寿命が割合長いと思われるので、その寿命より十分短い現象を明らかにするための化学トレーサーとして使用することがかのである。特に、有機物を多く含んだ堆積物ある大陸棚上の水の外洋への影響を評価する時などには有効である。本研究では、南極発散域周辺海域のCFCsとメタンの濃度分布を明らかにし、その結果をもとに海洋構造および底層水の形成過程についての考察を試みた。

【方法】白鳳丸KH94-4次航海においてほぼ東経140度に沿って南緯60度から66度の間に設けられた観測点においてCTD-RMSにより採水を行った。海水試料は、採水器より直ちに試料瓶に移され、CFCsは船上でECD-GCを用いて、メタン測定用試料は、研究室に持ち帰り、FID-GCにより分離・定量をした。なお、メタン測定用試料には、塩化第一水銀を添加し、保存した。

【結果】CFC-11とメタンの濃度分布をFig. 1に示す。これらの分布の特記すべき特徴は、大陸斜面に沿って濃度が高いことである。メタンは、海底で生産され底層水に拡散したことも考えられるが、CFCs等と分布が似ていることから陸棚域で作られたメタンが海水流動と共に底層にもたらされたとする方が自然である。底層水のCFC-11、CFC-12の比は、表層の比に似ている。これらのことをあわせて考えると、この海域の底層水は、表層水が陸棚に沿ってかなりの速度で潜り込んで形成されたことを示しているように思われる。

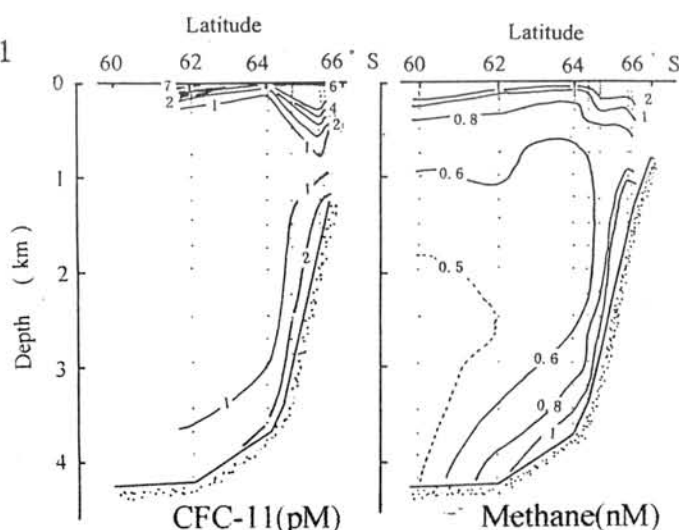


Fig. 1 Distributions of CFC-11 and methane.

## 南極海域における溶存有機炭素の分布

The distribution of dissolved organic carbon in the Antarctic Ocean

小川浩史、福田留美、小池勲夫（東京大学海洋研究所）

H.Ogawa, R.Fukuda, I.Koiike (Ocean Research Inst., Univ. of Tokyo)

The concentrations of dissolved organic carbon (DOC) in the seawater of the Antarctic Ocean were measured by the high temperature catalytic oxidation (HTCO) method to elucidate their distributional characteristics. In the down layer below 200 m, the DOC concentrations were constant with around 40  $\mu$ MC, which were similar to those in the Pacific deep ocean. However, their surface concentrations, ranging between about 45-55 $\mu$ MC, were markedly lower than have recently been found in the surface water of the Pacific and Atlantic. It is possible that the low DOC in the productive upper layer would be caused by the dilution with upwelling deep water in which DOC concentrations are much lower.

【はじめに】 外洋海水中に存在する有機物の90%以上は、溶存態と総称される非生物・非粒子状の形態のもので占められており、一般にその存在量や分布は、溶存有機炭素(DOC)濃度として測定、評価されている。太平洋や大西洋海域では、DOCの鉛直・水平分布の詳細な観測結果から、高い生物生産力により有機物の供給量が多い場において大規模な物理的な水塊の移動が生じる場合、DOCによるダイナミックな有機炭素フラックスが伴う可能性が指摘されている(Carlson *et al.*, 1994)。一方南極海域は、深層水の湧昇と再形成といった物理的なイベントが卓越していると共に、生物生産も活発で高い有機物供給量を支えており、その中でDOCが炭素循環にいかに関与しているかは興味深い。本講演では、これまで報告がほとんどされていない南極海域のDOCの鉛直・水平分布の特徴について、北太平洋他海域の特徴と比較しながら報告を行う予定である。

【試料・方法】 海水試料は東大海洋研の白鳳丸、KH-94-4次研究航海第3レグにおいて、東経140度線付近上、南緯55-65度の海域における測点において表層から深層にかけて鉛直的に採取した。採水後、空焼済Whatman GF/Fフィルターで濾過し、濾液をガラスアンプル内に熔封し分析まで凍結保存した。DOCの測定は、試料を解凍後、酸性曝気により無機炭素を除去した後、Shimadzu TOC-5000を用いた高温触媒酸化法により行った。

【結果】 南極発散域フロント付近において、40m以浅の表層混合域におけるDOC濃度は45~55 $\mu$ MCで、200m付近まで徐々に減少した後、それ以深では40~42 $\mu$ MC付近で一定の値を示した。このプロファイルは、海水密度の分布によって示される水塊の鉛直構造と密接に関連しており、全体の傾向としては北太平洋の他海域と同様であった。一方極めて特徴的な点として、表層付近のDOC濃度が太平洋亜寒帯~熱帯海域に比べ、およそ20~40 $\mu$ MCも低く保たれていることが明らかとなった。当海域ではDOC濃度の低い深層水の活発な湧昇による希釈効果が、生物生産による供給に比べ相対的に卓越していることが示唆された。



## 南極海オーストラリアセクターにおける海水中の鉄の分布 Distribution of Iron in the Australian Sector of the Antarctic Ocean

宗林由樹（金沢大学工学部）、岩元俊一（京都大学化学研究所）  
Yoshiki Sohrin (Kanazawa Univ.), Shunichi Iwamoto (Kyoto Univ.)

The distribution of Fe(III) in seawater was studied during the KH94-4 cruise of RV *Hakuho Maru*. Fe(III) was preconcentrated with a chelating resin and determined by chemiluminescence using an automated shipboard analytical system developed by Obata *et al* (1). In the surface photic zone, the concentration of Fe(III) was low in the north of Antarctic Divergence and in the Sub-Antarctic Zone, and high at the ice-edge and in the south of the Antarctic Polar Frontal Zone. Deficiency of Fe(III) seemed not to be severe compared with other nutrients at some stations. It was also shown that Fe(III) may be a good tracer for the Antarctic Bottom Water.

東大海洋研白鳳丸 KH94-4 航海において、海水中の鉄の分布を調べた。測定は小畑ら(1)の開発したキレート樹脂濃縮-化学発光法に基づく自動分析計を用いて、船上でおこなった。東経 140 度近辺における鉄の分布の南北断面を明らかにした。鉛直分布の例を図に示す。いくつかの測点ではほぼ一月の間隔を置いて再観測をおこない、分布の変化を調べた。表層水中の鉄の分布は不均一であって、南極発散線の北側と亜南極圏で低く、氷縁部と南極極前線帯の南側で高かった。測点によっては鉄が他の栄養塩に比べて著しく不足しているとは認められなかった。また、鉄は南極底層水のよいトレーサーとなる可能性が示された。

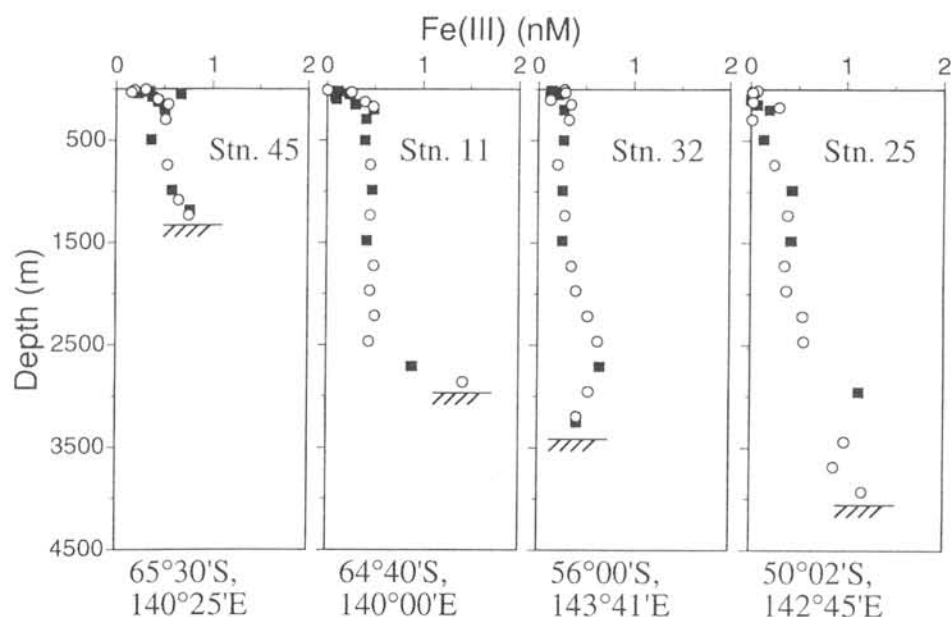


Figure. Vertical profiles of Fe(III) in the Antarctic Ocean. Samples were collected with conventional Niskin (O) and lever action type (■) samplers.

(1) Obata, H.; Karatani, H.; Nakayama, E. *Anal. Chem.* **1993**, 65, 1524–1528.

1996 年夏季南極海ウィルクスランド沖発散線周辺における大型動物プランクトンの分布  
Distribution of Macrozooplankton around the Antarctic Divergence off Wilkes Land  
in 1996 Austral Summer

千葉早苗, 山口征矢, 石丸 隆 (東京水産大)

S. Chiba, Y. Yamaguchi, and T. Ishimaru (Tokyo Univ. Fish.)

While distribution of Antarctic macrozooplankton have been studied extensively around the Weddell Sea and Antarctic Peninsula, few studies have been conducted off Wilkes Land. In 1996 Austral summer, samples were collected around the Antarctic Divergence (AD) off Wilkes Land. A single species of salp, *Salpa thompsoni*, dominated in macrozooplankton, occupying 44% of the mean total abundance. In contrast, density of *Euphausia superba* was considerably low through the sampling area, except at a station located south of AD where maximum abundance of 41 inds./1000m<sup>3</sup> was recorded. Distribution of salps and other herbivores tended to fluctuate inversely. In particular, salps dominated north and south off AD while herbivores were exclusively abundant near AD. Possible environmental/biological factors which might cause the salp explosion and macrozooplankton distribution observed were discussed.

【はじめに】

南極海における大型動物プランクトンの分布に関する研究は、従来ウェッデル海や南極半島中心に行われてきた。しかしその他の海域における知見は未だ不十分であり、特にウィルクスランド沖に関する情報は僅かである。本研究では、ウィルクスランド沖南極発散線付近における大型動物プランクトンの分布を明らかにするとともに、発散線の海洋物理学的特徴と関連づけながら、分布形成に関わる環境要因について検討した。

【方法】

調査は1996年1月から2月にかけて東京水産大学研究練習船「海鷹丸」による航海中に実施した。動物プランクトン試料はORI ネットの傾斜曳（最大到達深度 200m, 目合 2mm）及び NORPAC ネットの鉛直曳（150m, 目合 0.33mm）により合計 25 測点において採集した。ORI ネットにより得られた試料は5%ホルマリンで固定した後14の動物群に大別し各々分布密度を算出した。また、CTD、XBT のデータから調査海域の水温断面図を作成し、発散線の位置を確認した。その他の環境要素として塩分、クロロフィル *a*、栄養塩濃度等を測定した。

【結果】

調査海域全域の平均密度では *Salpa thompsoni* が最優占し、全大型動物プランクトンの44%を占めた。対照的に *Euphausia superba* の分布密度は、41 inds./1000m<sup>3</sup> を記録した発散線南側の測点を除き極めて低かった。各測点におけるサルパの分布にはばらつきが見られ、全体の80%を占めるケースがある一方で殆ど採集されない測点も存在した。サルパと他の植食性プランクトンの分布との間には逆相関の傾向が見られた。特に発散線を挟む南北の海域では前者が卓越し、一方高濃度のクロロフィル *a* 量が認められた発散線付近においては後者が大半を占めた。上記分布の形成及び今回観察されたサルパの大量発生に関わる諸要因について考察を行った。



## 南極・昭和基地周辺露岩帯に分布する淡水湖沼について

Fresh water lakes of barren rocky areas near Syowa Station in Antarctica.

齋藤捷一（弘大教育），坂東忠司（京都教大），伊村智（極地研），日野修次（山形大理），神田啓史（極地研），大山佳邦（極地研）

S. Saito (Hiroasaki Univ.), T. Bandou (Kyoto Univ. of Edu.), S. Imura (NIPR), S. Hino (Yamagata Univ.), H. Kanda (NIPR) and Y. Ohyama (NIPR)

Limnological and biological characteristics were investigated in 19 fresh water lakes of 7 barren rocky areas near Syowa Station in Antarctica by the 37th Japanese Antarctic Research Expedition. General six characteristics of 19 lakes, 1) water temperature, 2) dissolved oxygen, 3) conductivity, 4) pH, 5) depth and 6) secchi disk transparency were measured. Moreover, 7) net-plankton and 8) lake water (for chemical and chlorophyll analysis) of 19 lakes, and 9) benthic algal mats of 17 lakes were collected.

南極大陸の露岩帯には塩湖，淡水湖を問わず多数の湖沼の存在が知られている．昭和基地周辺の湖沼，特に塩湖に関しては地球化学的調査研究は多くなされてきたが，淡水湖に関する生物学的視点からの調査研究は少ない．そこで我々は，第37次南極観測隊に参加して昭和基地周辺露岩帯に分布する淡水湖沼の陸水生物学的特徴を明らかにする事を目標として湖沼調査を試みた．天候その他に恵まれ，7地域19湖沼で実施できた．

調査項目は次の通りである．1) 水温，2) 溶存酸素（1と2の測定に YSI-Model 58 型 DOメーター使用），3) 電気伝導度（Horiba ES-14型電気伝導度形使用），4) pH（Horiba D-14 型 pHメーター使用），5) 水深（Hondex PS-7FL 型測深計使用），6) 透明度，7) ネットプランクトンの採集（Nxxx 25 ネット使用），8) 湖沼水の採水は各湖沼の表層，または深度別湖水をリゴーB型透明採水器で4リットル採取し，各種栄養塩，イオンおよびクロロフィル定量の試水とした．9) 湖底の堆積生物マットのコアーサンプルの採取（離合社，湖沼型簡易コアーサンプラー使用）．

調査できた19湖沼のうち，深度別の層構造が調べられたのは，西オングル大池，雪鳥池，ナマズ池，B-4池，親子池およびスカーレン大池の6湖沼である．西オングル大池では結氷期と融氷期の2時期の観測ができた．例年は融氷している湖沼も，層構造調査できた湖沼の多くは結氷していた．そこで，湖沼中央部にロックハンマーとチーゼルで穴を開け，そこから調査機器を投下，観測，採集を行った．

湖底の生物マットは，ほぼ例外なく採取でき，湖沼により数cm から1m を越すマットの堆積が観察された．特に，生物マットの堆積が進んだ6湖沼では，30 cmから40 cmのコアーサンプルが採取できた．今後，マットの種組成や形成機構，クロロフィル定量によるネット，ナノ，ピコプランクトン生存の有無とその現存量，湖水成分分析等の湖沼解析が進むと，南極大陸露岩帯地域に分布する淡水湖沼の特徴が明らかになっていくだろうと期待される．

## TROPHIC STATUS OF LAKES IN THALA HILLS - RECORDS FROM THE YEARS 1967 AND 1988

E. Kaup, Institute of Geology, Estonia Ave 7, EE0001 Tallinn, ESTONIA

Thala Hills (centered at 67°40'S, 45°51'E) with its close surroundings in Enderby Land is a relatively poorly studied lake region in the East Antarctica. Six lakes in the vicinity of Molodezhnaya Station and in Konovalov and Vechernaya Hills (the both at 12 km of the station) were investigated during October-December 1988. During this period the profiles of the primary production of phytoplankton, of the photosynthetically active radiation, of the water temperature and dissolved oxygen and of the nutrients were measured in the lakes, the frequency of the sampling being 2-5. The nutrients were also measured in the precipitation and in 2 pits of the close ice sheet and the major ions with pH were determined in all the sources mentioned.

The lake waters were slightly acid with total solids mostly 20-65 mg/l. The content of total phosphorus was usually less than 10 mgP/m<sup>3</sup> and that of ammonium did not exceed 280 mgN/m<sup>3</sup> while the concentration of nitrates never exceeded 10mgP/m<sup>3</sup>. The contents of nutrients were at their lowest during mid-November - mid-December and increased after that again with the meltwater inflow. associated in one stream with human impact.

The primary production of phytoplankton was mostly within 1-10 mgC/m<sup>3</sup>day with a trend of decrease from October to December. Higher productivities up to 26-57 mgC/m<sup>3</sup>day were observed in the lakes up to 3.5 m depth where the content of the total solids was significantly higher than in the deeper lakes.

During 1967 (MacNamara 1969) the contents of nutrients in the lakes were found to be generally an order of magnitude higher than in 1988. Some values of primary production of phytoplankton, measured mostly in shallow lakes, ranged between 140 and 326 mgC/m<sup>3</sup>day.

It is proposed that much higher trophy of lakes revealed in 1967 can be attributed to climatical differences. The average air temperature for December-January was for 1-1.5 degrees higher during 1966/67 and 1967/68 than during 1987/88 and 1988/89. Such differences during melting period bring about much higher differences in nutrient inflow from both natural and human sources.

## 南極昭和基地周辺の湖沼底の植生

Vegetation at the bottom of lakes in the vicinity of Syowa Station,  
Antarctica

伊村智, 神田啓史 (極地研), 坂東忠司 (京都教育大), 斎藤捷一 (弘前大)

S. Imura, H. Kanda (NIPR), T. Bando (Kyoto Univ. of Edu.)

and S. Saito (Hirotsaki Univ.)

In the vicinity of Syowa station, there are many fresh-water lakes without perennial ice cover, scattered on the ice-free area. A mat of algae (mainly cyanobacteria) and mosses have been reported at the bottom of some lakes. For a period of 1994 to 1998, group of terrestrial biology is carrying out the research of fresh water ecology.

In JARE 36 and 37 (1994-1997), over 30 lakes were surveyed. The irregular algal mat were found in almost all the lakes. In some lakes in Skarvsnes area, curious tower-like structures rising from the algal mat were discovered. They were composed of mosses that have been found only in the lakes in this area. The "moss-towers" are about 30 cm in diameter and up to 80 cm high, usually found at 2-5 m in depth. Many samples of mosses and algal mats were collected and cultured for systematic studies.

演者らは第36次および37次日本南極地域観測隊に参加し、昭和基地周辺の露岩に点在する湖沼底の植生を水中ビデオ撮影などによって初めて直接観察することができたので報告する。

ある程度の規模を持つほとんどすべての淡水湖沼では、湖底の大部分は藍藻類を主体とする不規則なマットにおおわれていた。これら藻類マットの発達した湖沼では、かなりの割合でコケ植物の生育が確認された。スカルブスネス地域のいくつかの湖沼では、水深2 mから5 mほどの湖底にコケ植物が寄り集まった塔状の構造が発達していることが明らかになった。この構造は直径30cm以上、高さ80cmにもなり、ほとんど純粋にコケ植物のみから構成されていた。この「コケ坊主」を構成する種は *Leptobryum pyriforme* と考えられるが、本種はこの地域の陸上からは報告がなく、南極の陸上植物相の起源を考えるうえでも極めて興味深い。

## VIRUSES IN ANTARCTIC LAKES

Robert A. Wharton and Raymond L. Kepner

Desert Research Institute

P.O. Box 60220

Reno, Nevada USA

We report the first known observations of virus-like particles (VLP) in Antarctic lakes. Mean extracellular VLP densities from lakes Fryxell and Hoare (McMurdo Dry Valleys, 77° S; 162-163° E) sampled in January 1996 ranged from  $2 - 76 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$ . Ratios of VLP to heterotrophic bacteria are higher than those reported from many other aquatic systems. Lake Fryxell had a significantly higher mean density of VLP ( $3.3 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$ ) than Lake Hoare ( $1.8 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$ , t-test,  $p = 0.017$ ,  $n = 20$ ). While total bacterial densities were significantly higher in the anaerobic zone compared with the aerobic zone of Lake Fryxell no significant difference in VLP densities was observed between these zones. VLP abundance was significantly correlated with chlorophyll a concentration ( $p < 0.05$ ,  $r = 0.492$ ) in Lake Hoare, but not in Lake Fryxell. In Lake Hoare, VLP densities increased from the ice-water interface to a point near the chlorophyll a maximum (13 m), then decreased consistently with depth. VLP abundance in Lake Hoare is strongly correlated with a variety of parameters including, temperature, pH, dissolved oxygen, specific conductance, salinity, total bacterial density, and chlorophyll a concentration. In contrast, VLP densities in Lake Fryxell varied greatly with depth and did not correlate with any of the physicochemical or microbiological factors thus far considered. Based upon our initial results, we speculate that viruses may constitute an important food web component in Antarctic lakes.

講演要旨  
(ポスター発表)

Abstracts  
for  
Poster Presentations

ポスター発表時間割  
Time Schedule for Poster Presentations

5 December						6 December		
Time	A	B	C	D	E	Time	F, G	H, I
1515-	P1	P6	P19	P31	P41	1310-	P55	P71
1525-	P2	P7	P20	P32	P42	1320-	P56	P72
1535-	P3	P8	P21	P33	P43	1330-	P57	P73
1545-	P4	P9	P22	P34	P44	1340-	P58	P74
1555-	P5	P10	P23	P35	P45	1350-	P59	P75
1605-		P11	P24	P36	P46	1400-	P60	P76
1615-		P12	P25	P37	P47	1410-	P61	P77
1625-		P13	P26	P38	P48	1420-	P62	
1635-		P14	P27	P39	P49	1430-		
1645-		P15	P28	P40	P50	1440-	P63	P78
1655-		P16	P29		P51	1450-	P64	P79
1705-		P17	P30		P52	1500-	P65	P80
1715-		P18			P53	1510-	P66	P81
1725-					P54	1520-	P67	P82
						1530-	P68	P83
						1540-	P69	P84
						1550-	P70	

- ・ポスター発表者は発表番号が付けられている所定の展示用パネルに、発表当日のできるだけ早い時間に、用意してきた資料、写真等を各自で貼って下さい。
- ・発表時間は1件あたり10分間です。座長の指示に従って下さい。
- ・各セッションの発表予定時間が終了次第、資料、写真等を各自で取り外して下さい。



## 人工衛星による南極海域の生物－化学過程の解明

## An analysis of the biological - chemical processes in the Antarctic Ocean using the satellite data

木村典嗣・岡田喜裕（東海大学海洋学部）

Noritsug Kimura and Yoshihiro Okada

(Marine Science &amp; Technology TOKAI University)

The method of principal component analysis (PCA) was applied to the data on some biological variables observed during the fourth, the fifth and the sixth Antarctic Expeditions by Kaiyo-Maru cruises off the Antarctic Peninsula during the austral summer in order to understand the major processes of marine ecosystem. Three processes are extracted from the PCA as follows: the first mode which and hardly contribute the salinity variation and shows the negative correlation between temperature and nitrate, phosphate and silicate. The second mode is characterized by the chlorophyll, nitrite and salinity. The third mode also shows the negative correlation between temperature and parameters like chlorophyll, ammonia and nitrite.

〔はじめに〕 近年、海洋において植物プランクトンの色素濃度を広範囲にわたり観測可能な可視域リモートセンシングが注目されてきている。

そこで本研究では、1996年8月にNASDAから打上げられたADEOS(みどり)のOCTSで得られるようになる、クロロフィル濃度画像と海表面水温分布図から南極海域の生物－化学過程の解析のための基礎研究として、船舶観測の各層データをもとに南極半島周辺海域の生態系、低次レベルの特性について、主成分分析による解析を試みた。

〔結果〕 水産庁開洋丸により行われた第4次・第5次・第6次南極海調査航海で観測された合計144点のクロロフィル濃度・アンモニウム・亜硝酸・硝酸・リン酸・塩分・ケイ酸・水温の8変数について標準観測層（0,10,20,30,50,75,100,150m層）のデータを使用し、各層について主成分分析を行った。表層の船舶観測データを解析した結果は、第1主成分で、硝酸・リン酸・ケイ酸・水温が卓越し、かつ水温と他の3つの変数の間には負の相関があることが解り、塩分がほとんど寄与していないことが解った。第2主成分では、クロロフィル濃度・亜硝酸・塩分が卓越し、亜硝酸と他の2つの変数の間に負の相関があることが解った。第3主成分では、クロロフィル濃度・アンモニウム・亜硝酸・水温が卓越している。水温と他の3つの変数の間に負の相関があることが解る。第3主成分までの累積寄与率は75%を占めている。このように、各層について各主成分と船舶データとの比較を行っていくと全層で第1主成分で硝酸・リン酸・ケイ酸・水温が卓越し、かつ水温と他の3つの変数の間には負の相関があることが解り、海洋の植物プランクトンの生育の肥料となる硝酸・リン酸・ケイ酸が水温によって規定されていると推定される。

南大洋における Chl.*a* 濃度推定のための水中アルゴリズムIn-water Algorithms for Estimation of Chlorophyll *a* Concentration  
in the Southern Ocean

平譚享、山口征矢、石丸隆、佐藤博雄 (東水大)

T. Hirawake, Y. Yamaguchi, T. Ishimaru and H. Satoh (Tokyo Univ. of Fish.)

Local in-water algorithms for the OCTS and the SeaWiFS to estimate the chlorophyll pigments concentration in the Southern Ocean were set up by computation based on empirical method using subsurface radiance ( $L_u$ ) ratio. Bio-optical measurements for the algorithms was carried out at 20 stations in the areas between Australia and Antarctica during a cruise in January and February 1996.

Mean chlorophyll pigments (chl.*a* + pheopigments) concentration at the sea surface was  $0.32 \text{ mg m}^{-3}$  with the range from 0.04 to  $1.07 \text{ (mg m}^{-3})$ . The algorithm yielded by least-squares fitting against all bands combinations for the data, that the strongest correlation was observed, was,

$$\text{Chl.}a + \text{Pheo.}(\text{mg m}^{-3}) = 11.83 \times [\{L_u(443) + L_u(555)\} / L_u(510)]^{-4.93},$$

with a coefficient of determination  $r^2 = 0.90$ .

【はじめに】 1996 年 8 月、日本の海色センサーOCTS(The Ocean Color and Temperature Scanner)を搭載した人工衛星 ADEOS が打ち上げられ、実用段階に入ってきた。1997 年 2 月にはアメリカの海色衛星 SeaStar/SeaWiFS も打ち上げられる予定である。これらの衛星データからクロロフィル濃度を推定するためには、これらのセンサーのための水中アルゴリズムが必要となる。現在までに、クロロフィル濃度を推定するための水中アルゴリズムは各海域の CZCS データや現場データを基に作成されてきた。しかしながら、新しいセンサーのバンドは CZCS とは異なるため、新しいアルゴリズムが必要である。また、海域や季節によって植物プランクトンの種組成が異なることなどの理由から、単一のアルゴリズムで全海域の濃度を精度良く推定することはできない。南大洋もその例外ではない。本研究は南大洋におけるクロロフィル濃度推定のための水中アルゴリズムを作成することを目的とする。

【方法】 観測は 1996 年 1 月 20 日から 2 月 3 日まで、南大洋( $40^{\circ}00'S - 65^{\circ}30'S$ ,  $117^{\circ}50'S - 145^{\circ}00'S$ )の 20 観測点において行った。水中分光放射は MER2020A(Biospherical Inst.)によって測定した。この放射計の波長は OCTS、SeaWiFS のバンドに対応している。Chl.*a* およびフェオ色素濃度は蛍光法によって測定した。水中アルゴリズムは、海面直下の上方光輝度の 2 波長または 3 波長比とクロロフィル濃度との関係を、全ての波長の組み合わせについて最小自乗法により計算し作成した。

【結果】 観測海域の平均クロロフィル濃度 (Chl.*a* + フェオ色素) は  $0.32 \text{ mg m}^{-3}$  ( $0.04 - 1.07 \text{ mg m}^{-3}$ )であった。最も相関の高かった回帰式は

$$\text{Chl.}a + \text{Pheo.}(\text{mg m}^{-3}) = 11.83 \times [\{L_u(443) + L_u(555)\} / L_u(510)]^{-4.93}, \quad r^2 = 0.90$$

であった。443、555、510(nm)の波長が選択された理由とばらつきの要因について考察する。

APPLICATION OF REGIONAL BIO-OPTICAL MODEL  
FOR CZCS DERIVED PHYTOPLANKTON PIGMENT DISTRIBUTION STUDIES  
IN ANTARCTIC PENINSULAR WATERS DURING AUSTRALSUMMER

Mahapatra, K<sup>1</sup> ., S. Matsumura<sup>2</sup> and S. Kawaguchi<sup>2</sup> and Y. Senga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Marine Science and Technology, Tokai University,  
Shimizu, Shizuoka, 424 Japan

<sup>2</sup> National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Agency,  
Shimizu, Shizuoka, 424 Japan

Regional under water bio-optical algorithms were developed from three sets of in situ data collected during the fifth, the sixth and the seventh Kaiyo Maru Antarctic Expeditions of Japan Fisheries Agency and they were found to be significantly different from the global ocean color algorithms presently in use for global CZCS image processing. The regional algorithms were implemented in CZCS image processing and satellite estimates of Phytoplankton pigment estimates were validated using fortuitously available ship pigment estimates from Polish BIOMASS-FIBEX and SIBEX investigations conducted in the Antarctic peninsula waters during 1981 and 1983-84 respectively. The CZCS estimates of pigment concentration derived through our regional algorithms were found to have improved confidence level of the pigment estimation significantly. Subsequently meso-scale phytoplankton pigment distribution in the peninsular water has been studied using eight numbers of sequential CZCS image during austral summer and the distribution patterns were interpreted in the light of BIOMASS-FIBEX results. The CZCS images broadly justify the zoning of the study area into four types of water masses with characteristic chlorophyll values. An eddy like feature in the western side of Drake passage suggests that such features may be of common occurrence in the study area and more easily detected on satellite imagery than through ship-board observations. The results point to the need for planned and complementary satellite and sea truth investigations with the help of recently launched ADEOS- OCTS and other proposed ocean color sensors.

# ドレーク海峡における1994/95年夏季の海洋構造の観測 Observation of Oceanographic Structures in the Drake Passage in 1994/95 Austral Summer

永延 幹男 (遠水研), 細沼克弘 (沿岸海洋調査),  
一井太郎, 川口創 (遠水研), 荻島隆 (東北水研)

M. Naganobu (NRIFS), K. Hosonuma (Coastal Ocean Res.), T. Ichii,  
S. Kawaguchi (NRIFS) and T. Ogishima (Tohoku NFRI)

The seventh Antarctic research cruise by the R/V *Kaiyo Maru* of the Japanese Fisheries Agency was conducted in the Drake Passage and Scotia Sea from December 1994 to February 1995 to obtain oceanographic and ecological data in relation to distribution and abundance of the Antarctic krill. In this survey, oceanographic data were obtained by CTD from the surface to near bottom and ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) from the surface to 400m between 56-21S, 66-37W and 61-49S, 58-28W in the Drake Passage. We analyzed vertical distributions of temperature, salinity, density and flow with these data.

**[1. はじめに]** 南米大陸と南極大陸とはさまれた深度4,000~5,000mをもつDrake Passageは、南極周極環流が狭い海峡を太平洋側から大西洋に通過する特殊な海域である。Drake Passageでの海洋構造の南北変化勾配は、大西洋・インド洋・太平洋の各南大洋セクターに比べて著しく大きい。特に南極周極環流の動態はScotia海の家況変動に直接に関連する。またAntarctic PeninsulaおよびSouth Shetland諸島の存在による海底地形の海洋構造への影響も大きい。こうした地域特有の海洋動態が南極海のナンキョクオキアミなどの生物生産に影響を及ぼす。ただし本海域が暴風圏内に位置し観測作業に困難さがともなうためか、現場観測データは貧困である。そこで1994/95年の水産庁開洋丸・南極海生態系調査の一環としてDrake Passageでの往復航時に海洋観測を実施し、基礎データ・知見を得たので報告する。

**[2. 方法]** 1994年12月1~11日間に南米大陸Cape Horn沖 (56-21S, 66-37W)からKing George島沖 (61-49S, 58-28W)までの南北線上で、CTD (近海底まで) およびADCP観測により、Drake Passageの南北断面における水温・塩分・密度・地衡流および流動の分布パターンから海洋構造の動態把握をおこなった。また復路の94年12月27~30日間には前記のほぼ同一測点において、CTD (1,000mまで) およびADCP観測を同様に実施し時間変動を比較した。

**[3. 結果]** 表面水温は、最北端測点の最大値7.25℃から最南端測点の最小値-0.19℃の範囲で南北勾配をとった。南北勾配が著しく大きい範囲は58-00S; 6.12℃から59-00S; 0.67℃にかけてであり、この急勾配域は南極前線である。南極前線域では、表層のみならず観測層1,000 mまで南北勾配が大きい。地衡流計算による流動は南極前線域で最大流速値 (東向流; 近海底3,500db面基準で最大42cm/s)を示し、ADCP測定値とほぼ一致した。

南極前線以南の南極海では、鉛直的にみると50m付近に季節水温躍層が発達している。ただし61-05Sあたりから水温躍層の鉛直勾配が小さくなり、島棚縁辺以南では躍層構造はみられない。季節躍層以深には0℃以下の冷水層である冬季形成水が分布する。この冬季形成水の分布で特徴的なことは、極小値-1.5℃以下の水塊が南方の沿岸域ではなく沖合の南極前線域近くに存在することである。島棚および沿岸域の極小層はむしろ高温 (-0.75℃以上)を示す。

塩分分布は水温分布でみた水系形状を基本的に反映しているが、塩分固有の特徴も示す。南極前線以南から島棚縁辺部にかけての100m付近を中心とした塩分躍層より浅の表層では、33.75以下の低塩分が均質に分布する。この低塩分水は、融氷により低塩分化した西方のBellinghausen海起源と考えられる。塩分極大層は深層暖水にみられるが、高緯度へむかうにつれて上昇し61-24S付近でピークを示す。そのピーク以南の島棚域において比較的均質な高塩分水 (34.60~34.30)が、沖合の低塩分水と顕著な塩分勾配を示す。標準比容アノマリー ( $\delta T$ ) 分布はこの顕著な塩分勾配域に対応して95~60cl/t範囲の顕著な変化勾配を示し、島棚域で重たい水が表層まで上昇し、深層暖水系の水の湧昇を強く示唆した。

## EFFECTS OF NATURAL UV RADIATION ON ANTARCTIC CYANOBACTERIAL MATS

Antonio Quesada\* , Lynda Goff\*\* and Deneb Karentz\*\*\*

\* Dpt. Biología. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid. Spain

\*\* Dpt. Biology. University of California. Santa Cruz. California 95064. USA

\*\*\* Dpt. Biology. University of San Francisco. San Francisco. California 94117-1080. USA

Microbial mats dominated by cyanobacteria are the most abundant living forms in non-oceanic Antarctic ecosystems. Bratina Island (McMurdo Sound, 78°S, 166°E) is a peculiar location with multiple lakes and seasonal ponds occupied mostly by a variety of cyanobacterial mats. The ultraviolet radiation regime is increasing in Polar regions as a direct effect of the ozone layer depletion. This change may affect drastically the organisms living in the Polar regions and specially those of terrestrial ecosystems exposed to full sunshine. The aim of this work was to investigate the effect of UV radiation on terrestrial Antarctic communities.

Dominant species in these microbial assemblages belonged to the filamentous, non-heterocystous cyanobacteria group (e.g. *Phormidium*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, etc). Heterocystous (e.g. *Nodularia*) and coccoid (e.g. *Synechococcus*) cyanobacteria were subdominant although very abundant.

In some of these cyanobacterial mats we studied the effect of natural UV radiation, using a series of narrow band UV filters. After two weeks of differential exposure to UV (PAR, PAR+UVA, PAR+UVB, PAR +UVA +UVB), population structure, pigment composition and physiological activities of these microbial mats were analyzed.

Differential effects between treatments were visually evident, however, fine analyses revealed that sections of the mats under the four UV regimes assayed were not significantly different neither in community structure nor in pigments composition. Nevertheless, photosynthesis/respiration balance was affected by UV radiation.

Our results indicated, from the structural point of view (community structure and pigment composition), that studied mats as a whole did not change in the experimental period. The apparent contradiction with visual results can be explained considering that UV regime might have induced changes in the position of the elements of the mat by mean of migration. This process is suggested to be one of the responses of escaping from an increasing UVB radiation environment.

This work was supported by National Science Foundation (USA), project S-301.



## 能取湖における結氷期から融氷期にかけての 基礎生産の変動について

Changes of Primary Production from early March to late May 1994  
in Notoro-ko Lagoon, Japan

佐藤博雄 ・ 日下啓作 ・ 中根 徹  
(東水大) (東水大) (日本海洋生物研究所)

H.Satoh, (Tokyo University of Fisheries), K.Kusaka(TUF) and  
T.Nakane(Marine Biological Research of Japan Co.Ltd)

*In situ* measurements of the primary productivity were carried out at five times from during the period from early March to late May 1994. Standing stock of ice algae in early March was  $0.3 \text{ mgchl.a m}^{-2}$  and that of phytoplankton attained a value of  $14.3 \text{ mgchl.a m}^{-2}$ . Primary production on 2 March 1993 was dominated by phytoplankton, and ice algal production was extremely low. Production in the water column at the ice-free period was 15 times greater than that of ice-covered period. These results indicated that production of lagoon in this period was strongly influenced by productivity of phytoplankton.

極域の春・秋季に海水の下面で増殖するアイアルジーは、季節的な海水が発達するオホーツク海沿岸域でも見られ、サロマ湖、能取湖厚岸湖からも報告されている (Watanabe et al., 1991)。能取湖において結氷から融氷期かけて、このアイスアルジーを含めた基礎生産力を調査し、その期間の変動について報告する。

**材料と方法：**能取湖はオホーツク海からの海水が流入する汽水湖である。例年、12月下旬から4月中旬にかけて湖内が結氷する。湖内の定点において、海水で覆われていた1994年3月2日、氷が消失した4月22日、5月7日、13日、24日、31日の計6回の基礎生産力の測定を主体に調査を実施した。アイスアルジーの光合成活性の測定は、氷下面から3cmの着色層を掻く取り、ろ過海水で氷を溶解して実験に用いた。また、植物プランクトンについては、各水深からバンドーン採水器により採水した試水を1Lポリカーボネート瓶に分注し、トレーサとして $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ を添加した後、採水深度に一定時間吊り下げ、 $^{13}\text{C}$ と $^{12}\text{C}$ の同位体比を日本分光 $^{13}\text{C}$ アナライザーにより求めた。

同時に、クロフィルa濃度を蛍光法により求めた。

現場の光合成有効放射量は氷上に設置したLI-COR社製 LI-1000 光量子計でモニターした。

**結果と考察：**3月2日の海水上には積雪4cm、氷厚が40cmであり、氷下部に薄い褐色層が見られた。氷直下の相対光量は2%程度であり、水温に $-1.3^\circ\text{C}$  塩分32.7PSUを示した。海水下端部3cmのクロフィルa濃度は $10.0 \text{ mg m}^{-3}$ であり、水中の平均濃度は $1.9 \text{ mg m}^{-3}$ であった。

海水が消失した後の4月および5月の生産量は氷に覆われていた3月上旬の値と比較して15倍も高かった。

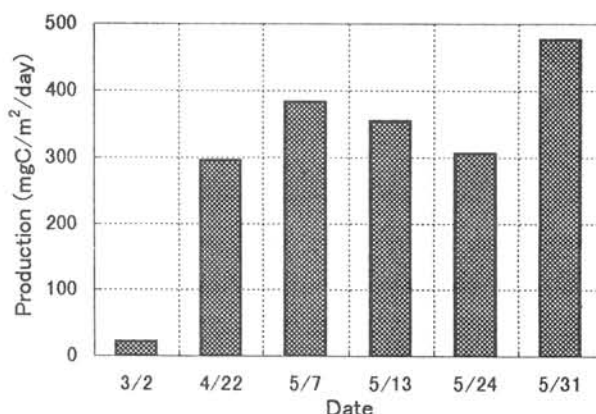


Fig. 1. Changes of production during the period.

アイスアルジーの光合成色素分析  
Analysis of Ice Algal Photosynthetic Pigments

菓子野康浩、藤本久美子、小池裕幸、佐藤和彦、\*工藤栄  
(姫路工業大学理学部、\*国立極地研究所)

Kashino, Y., Fujimoto, K., Koike, H., Satoh, K. and \*Kudoh, S.  
(Himeji Institute of Technology, \*NIPR)

Photosynthetic pigments of ice algae and planktonic algae collected (harvested) in early February (ice algal bloom) and early April (phytoplankton spring bloom), respectively, in the Saroma-ko Lagoon, were analyzed and the compositions of those were compared. Chlorophylls *a*, *c* and several carotenoids were detected in both samples, however no chlorophyll *b* was detected. Several kind of carotenoids were found in both samples, but the number of the species was limited in the samples of planktonic algae. These indicate that diatom species were dominated in both samples, but only a few super dominated diatoms consisted a major part of the phytoplankton spring bloom. Ice algal chlorophyll *a* to *c* ratio and the chlorophylls to carotenoids ratio were smaller than those of planktonic algae, which suggested that ice algae growing under the low light intensity might acclimate to obtain light energy effectively by increasing the light harvesting complexes.

[はじめに] アイスアルジーは、海水の底部で氷に囲まれて、氷点下しかも弱光という厳しい環境においても積極的に生命活動を営んでおり、活発に光合成を行い基礎生産者として北洋の豊かな生態系を底辺で支えている。アイスアルジーがこのような厳しい条件下で高い生産性を維持するためには、脂質やタンパク質を低温でも柔軟に保つように適応しているだけではなく、光合成機構全体を不都合がないようにあるいはその環境に最適になるように調節していると考えられる。近年の研究によりアイスアルジーの存在自体の重要性は明らかにされてきてはいるものの、その高い生産性を裏付ける光合成およびその調節の詳細な機作に関する研究はまだ限定的である。本研究では、それを解明するための第一歩としてまず、北海道サロマ湖において流水下で棲息するアイスアルジーと、流水が去ったあとの海域で卓越してくる珪藻との間で光合成機能にどのような相違が見られるかについて、光捕集機能を担う光合成色素組成の分析を行った。

[方法] サロマ湖において、流水が接岸している期間に氷の最下層からアイスアルジーを採取した。また、その流水が去った後、海水温が上がり光条件も良くなった同じ海域で卓越してきた藻類を採取した。これらのサンプルから色素を抽出し、HPLC（高速液体クロマトグラフィー）により色素組成を分析し比較を行った。

[結果] いずれのサンプルにおいても、クロロフィル*a*、*c*および各種カロチノイドが検出された。両者を比較すると、アイスアルジーのサンプルにはカロチノイドに多様性が認められ、多くの種が共存していることが推察される。流水が去ったあとの海水中から採取された藻類のカロチノイドの種類は限られていたが、それらはアイスアルジーでもっとも多量に保持されていた珪藻類に特徴的なものと同一と見られ、アイスアルジーの一部が解氷後も優占していた、あるいは同一のカロチノイド組成の藻類が優占していたと考えられる。一方、クロロフィルについてみると、アイスアルジーではクロロフィル*a*に対する*c*の割合が高くなっており、またクロロフィルに対するカロチノイドの割合が高いということなど非常に興味深い特徴が見られた。光の弱いところで増殖しているアイスアルジーはその環境への適応のひとつとして集光性色素タンパク質の量を多くすることにより、少ない光を有効に吸収しようとしていることが伺われる。



# 夏季の南極海水縁域における粒子の下方輸送の短期変動

## Short-term variability in downward particle flux at the ice-edge of the Antarctic Ocean in summer.

佐々木洋<sup>(1)</sup>, 鈴木英勝<sup>(1)</sup>, 鈴木光次<sup>(2)</sup>, 半田暢彦<sup>(3)</sup>, 工藤栄<sup>(4)</sup>, 福地光男<sup>(4)</sup>

(1) 石巻専修大学理工, (2) 名古屋大学水圏科学研究所, (3) 愛知県立大学 (4) 国立極地研究所

H. Sasaki<sup>(1)</sup>, H. Suzuki<sup>(1)</sup>, K. Suzuki<sup>(2)</sup>, N. Handa<sup>(3)</sup>, S. Kudoh<sup>(4)</sup>, M. Fukuchi<sup>(4)</sup>

(1) Senshu Univ., (2) Nagoya Univ., (3) Aichi Univ., (4) NIPR

Time-series sediment traps were deployed at a station located at the ice-edge area of the Antarctic Ocean ( $64^{\circ} 42.00' S$ ,  $139^{\circ} 58.44' E$ , the water depth 2930 m). To study short-term variability of rapidly sinking biogenic particles, five traps were set at 537m, 796m, 1259m, 1722m and 2727m depth from 25 Dec. 1994 to 22 Jan. 1995. Cylindrical fecal pellets (ca.  $600 \times 250 \mu m$  in size) dominated among particles longer than  $65 \mu m$  at the depth of 537m where the maximum mass flux was observed. The relative proportion of those pellets in number decreased with depth, and those of oval and spherical fecal pellets increased with depth.

夏季の南極海水縁域においては、付着性藻類のアイスアルジーの出現、沈降、浮遊性植物プランクトンのブルーム、オキアミ集群の出現など、低次生産者による活発な生物活動が知られている。

1994年から1995年にかけて行われた東京大学海洋研究所の南大洋の生物生産過程と物質循環過程の総合的研究の一環として、夏季に生物活動が活発化する予想される海水縁域の低次生産者の物質輸送過程を明らかにするため、時系列型のセディメントトラップを用いて約一か月間の試料採集を行った。それらの沈降粒子の定量的分析が行われた結果、沈降粒子が短期間で大量に生産され、それらが分解消失過程を経て一部は急速に深層、海底に供給されることを報告した(第18回極域生物シンポジウム)。また粒子の沈降速度別の分割の実験結果から、沈降速度の速い粒子群(> 約80m/day)と遅い粒子群(< 約80m/day)の時空間的沈降パターンが近似していることより、沈降速度の速い粒子群が深層への粒子の輸送に重要であることも予想した。

顕微鏡観察の結果、沈降速度の速い粒子群としては動物プランクトンが排出した糞粒が卓越し、以下オキアミの脱皮殻、有孔虫、翼足類の殻などが見られた。

537m層と796m層における形態別糞粒数フラックスの変動から(Fig. 1), 最大数のフラックスが1月7日~9日の537m層において観察された。主体は円筒型の糞粒で、数的に他の形態の糞粒を圧倒した。船上で飼育したオキアミ類から摂取した糞粒とサイズの、形態的に近似したことにより、オキアミ類の糞粒が深層への物質輸送に重要であることが予想される。その後時間の経過と共に減少傾向が見られた。

796m層においては、537m層と比較して円筒型の糞粒が減少する反面、球型、卵型の糞粒の相対的増加傾向が見られた。

夏季の南極海水縁域においては、植物プランクトンの局所的な増加が引き金となり、オキアミ集群が形成され、活発な摂食活動の結果、それらが排出した糞粒が短期的に大量に深層へ輸送されるものと予想される。しかしオキアミが排出したと思われる糞粒は、その大半が537mから796m間で消失している。

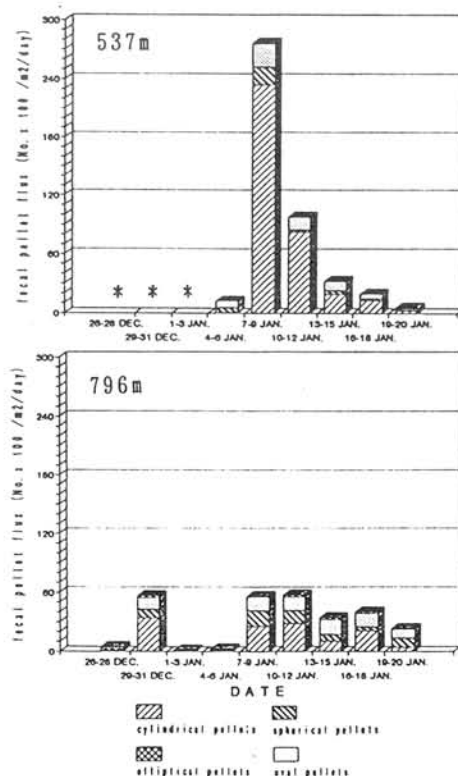


Fig. 1 The flux variation of four types of fecal pellets.  
\*: Sample lost

**Seasonal variations in size-fractionated sinking particles in a seasonally ice-covered ecosystem (Saroma-ko lagoon, Okhotsk Sea).**

C. Michel<sup>1</sup>, M. Fukuchi<sup>1</sup>, S. Kudoh,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Polar Research, 9-10 Kaga, 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173, Japan.

**Abstract :**

An automated sequential sediment trap was moored in Saroma-ko lagoon (Okhotsk Sea, Japan) from December 1995 to April 1996, over a period covering both ice-cover formation and ice melt. During the same period, suspended chlorophyll *a* (chl *a*) and water temperature were continuously recorded. Changes associated with ice-cover formation included a drastic decrease in dry weight fluxes, a large increase in the contribution of chl *a* to the total trapped pigments (from ca 30% to 75% after ice-cover formation), and a decrease in the proportion of sinking pigments <20µm. In the traps, both chl *a* and pheopigments showed increased contributions of the 20-100µm size-fraction after ice-cover formation. During the ice-covered period, the chl *a* flux was largely dominated by the 20-100µm fraction while pheopigments were distributed almost evenly between the <20µm and 20-100 µm size-fractions. The time of ice melt was characterized by the highest chl *a* fluxes, with most chl *a* >20 µm. In the water column, suspended chl *a* decreased rapidly during the period of ice-cover formation, and increased again during ice melt. These results suggest very different sedimentation patterns during open water and ice-covered conditions. Transition periods, i.e. ice-cover formation and ice melt, are thought to represent key periods in the sedimentation cycle in seasonally ice-covered ecosystems.

**Size-fractionated Chlorophyll *a* and primary production during spring 1995-96 in the Southern Ocean (Atlantic sector).**

**Tremblay, J. E.<sup>1&2</sup>, M. I. Lucas<sup>3</sup>, A. Bracher<sup>1</sup>, G. Kattner<sup>1</sup>, and V. H. Strass<sup>1</sup>**

1. Alfred-Wegener-Institut für Polar-und-Meerforschung, Am-Handelshafen 12, D27515 Bremerhaven, Germany. 2. Present address: Soka University, Laboratory of Biological Oceanography, Department of bioengineering, 1-236 Tangi-cho, Hachioji, Tokyo-192, Japan. 3. University of Cape Town, Cape-Town, South-Africa

**Abstract**

Primary production and chlorophyll *a* (Chl *a*) were determined in three phytoplankton size fractions during spring 1995-96 in the Southern Ocean (Atlantic sector). Sampling was concentrated at the Polar Front (49.5 - 51.5°S), with some additional stations in the Circumpolar Current (ACC) and Marginal Ice Zone (MIZ). High concentrations of phosphate and nitrate (> 19 µM) prevailed in the three regions, whereas silicate was nearly exhausted at some frontal stations. South of 51.5°, primary production and Chl *a* concentrations were low and dominated by small phytoplankton (< 20 µm), with the exception of a limited *Phaeocystis* bloom near the retreating ice edge. At the polar front, primary production and Chl *a* were relatively high and dominated by phytoplankton > 20 µm (diatoms). In spite of very low silicate at the front, potential doubling times of large phytoplankton remained faster there than in ACC and MIZ waters, implying favorable growth conditions. The magnitude and remaining duration of the frontal bloom were estimated by combining values of total primary production with simple nutrient budgets. In spite of its relatively small spatial extent, the front accounted for a large share of open-water CO<sub>2</sub> fixation south of 49.5°S (Atlantic sector).

## 深海微生物群集の増殖に対する圧力の影響

Effect of hydrostatic pressure on the growth of deep-sea bacterial communities

崎山徳起、大和田紘一（東大海洋研）

Tokuki Sakiyama, Kouichi Ohwada (Univ. of Tokyo)

In order to observe the pressure adaptation of the bacterial communities in the ocean, we conducted growth experiments at different pressure levels with water samples collected from depths of 0, 2,000, 4,000 and 6,000 m at two stations from the Philippine Basin. The surface water bacterial communities showed highest growths at 0.1 MPa and 20 °C. When the water samples were incubated under different pressure levels at 2 °C, the fastest growths were observed at the pressures where the samples were collected. These results suggest that the barophily of the bacteria differs vertically in the ocean, and also suggest that the bacteria which are adjusted to the particular depth possess the ability to become dominant in the *in situ* community.

【目的】深海域は低温・高い水圧・暗黒・低い有機物濃度などで特徴づけられるが、このような環境にも生物が広く棲息していることが知られている。細菌類は生きた状態で回収し増殖させることが可能な生物で、数千メートルの深海域から高い水圧に適応した好圧細菌が分離されている。

海洋の平均水深は3,800mと言われ、外洋域では表層から海底まで鉛直的に長い距離が存在する。外洋域では水深が1,000mを越えると水温は2℃前後の安定した低温となり水深に伴う温度の変化は小さいが、水圧は水深が深くなるにつれて増加し続ける。このため各深度に棲息する微生物群集は圧力耐性または圧力適応性が異なるのではないかと考えられる。そこで海水試料を鉛直的に採取するとともに、それぞれの試料に数段階の異なる水圧をかけて培養し、試料中の細菌について水圧の変化に伴う増殖速度の変化を観察した。

【方法】フィリピン海盆（水深約6,000m）の2地点において、表層から海底直上までの海水を表層から2,000mごとに採取した。この4層の試料に基質としてZoBell 2216Eの1/25濃度（海水1リットル当たりペプトン0.2g、酵母エキス0.04g）を添加した後、2℃においてそれぞれ0.1、20、40、60、80MPa<sup>注1</sup>の5段階の圧力条件、および対照として20℃・0.1MPaで培養を行った。これらの試料の分画を定時的に採取し、細菌の増殖を蛍光顕微鏡下で観察した。

【結果】全ての試料において0.1MPa・20℃で最も増殖が速く、続いて0.1MPa・2℃での増殖が速い傾向が認められたが、加圧条件においては採水深度に特徴的な増殖パターンが観察された。表層海水中の細菌はどの圧力条件においても目立った増殖が観察されず、表層由来の細菌の大部分は深海域において増殖できないことが示唆された。深海域から採取した試料はそれぞれ2,000mは20MPaに、4,000mは40MPaに、6,000mは60MPaにおいて最も高い増殖を示した。このことは各深度の細菌群集がその棲息深度付近の圧力条件で最も高い増殖能を持つことを示し、現場においては水深に応じた圧力適応能力を有する細菌が、その水深において優占できる可能性を示唆している。

注1 圧力の換算式     1 MPa = 10 bars = 9.869 atmospheric pressures = 145.38 psi

16S rRNA 遺伝子のRFLP解析による低温海洋環境から分離された  
*Vibrio* 科細菌の遺伝学的多様性

Genetic diversity of the family *Vibrionaceae* by restriction fragment length polymorphism analysis of  
16S rRNA gene isolated from cold marine environments

浦川秀敏・塚本久美子・大和田紘一  
(東大海洋研)

Hidetoshi Urakawa, Kumiko Kita-Tsukamoto, Kouichi Ohwada  
(Ocean Research Institute, University of Tokyo)

The 16S rRNA genes about 1500bp long were amplified by PCR, and restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis was used to determine 16S rDNA genotypes and phylogenetic affiliation of 60 psychrophilic / psychrotrophic vibrios isolated from the deep-sea of the Pacific Ocean and the coastal area of Japan. To determine the phylogenetic affiliation of isolates from natural environments, twenty type and reference strains belonging to the family *Vibrionaceae* were also used. Four tetrameric restriction enzymes (*HhaI*, *DdeI*, *RsaI*, *Sau3AI*) were selected and used for their analysis. The 60 natural isolates and 20 type and reference strains were separated into 23 RFLP patterns included in five groups. They grouped depending on the isolated niche of the strains. This PCR/RFLP method used in this study appears to be a rapid tool for genotyping and estimation of genetic relationships among natural isolates belong to the family *Vibrionaceae*.

【目的】 海洋はある程度深くなるとその大部分が低温環境にあることが知られている。実際、5℃以下でも増殖可能な低温性*Vibrio* 科細菌はそのような環境から頻繁に分離される。しかしながらその系統的位置に関しては不明の部分が多い。本研究では海洋から分離された多数の低温性*Vibrio* 科細菌の系統的位置を明らかにするために、16SrRNA遺伝子を標的としてPCR/RFLP解析を行った。

【方法】 西部北太平洋と岩手県大槌湾で採集した低温性*Vibrio* 科細菌と、代表的な*Vibrio* 科の標準菌株について検討を行った。平板培地で培養後、菌体を回収した。次にプロテナーゼK処理でDNAを抽出し、PCR法で16SrRNA遺伝子の約1500bpを増幅した。PCR産物を4種類の4塩基認識制限酵素 (*HhaI*, *DdeI*, *RsaI*, *Sau3AI*) で切断し電気泳動を行った。エチジウムブロマイドで染色後、画像解析装置による解析を行いバンドの有無からスコアを作製し、MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis ver. 1.01) を用いて解析し系統樹を構築した。

【結果と考察】 PCR法によりすべての株から約1500bpのバンドが増幅できた。4種類の4塩基認識制限酵素を用いることでそれぞれ3～5本のバンドで構成される5～10種類の多型を得た。80株を解析した結果、23種類の遺伝型が得られた。環境分離菌株からは23種類の遺伝型のうち14種類の遺伝型が得られた。その中の4種類は外洋、9種類が大槌湾からの分離菌株だけで構成された。除く1種類の遺伝型だけが外洋分離株と沿岸分離株の両方を含んだ。このように外洋と沿岸から分離される低温性*Vibrio* 科細菌は系統的に異なっていることが示唆された。環境分離菌株の数株が標準菌株である*Vibrio logei* と *Photobacterium angustum* の2種類と同じ16SrDNA遺伝型を示した。Jukes and Cantor の式と neighbor-joining 法で得られた系統樹により標準菌株と分離菌株からなる23種類のそれぞれの遺伝型は i) *Photobacterium* group, ii) Main group, iii) OC02 group, iv) *V. logei* group, V) *V. marinus* group から構成される5つのグループにわかれることが明らかとなった。*V. marinus* group に属する菌株はこれまでのところ太平洋の中層以深でしか分離報告例がなく外洋低水温域に固有の種である可能性が示唆された。



1996 年夏季ウィルクスランド沖南極発散線周辺における植物プランクトンの分布  
Distribution of Phytoplankton around the Antarctic Divergence in 1996 Austral Summer

堀本奈穂, 石丸隆, 山口征矢 (東水大)

N. Horimoto, T. Ishimaru, Y. Yamaguchi (Tokyo Univ. of Fisheries)

The abundance and community structure of phytoplankton were studied around the Antarctic Divergence (AD) off Wilkes Land during the austral summer of 1996. Seawater samples were collected from various depths along four meridional sections of 135°, 140°, 142° and 145° E. Concentrations of nutrients and size fractionated chlorophyll *a* (<1, 1-5, 5-20, >20μm) were measured and species composition was examined. Subsurface Chlorophyll Maxima (SCM) were observed at all stations. The depth of SCM was 50-70m in the north of AD, 30-50m at AD and 75-100m in the south of AD. Chlorophyll *a* concentration at the SCM in each area was 0.5, 0.8-1.2 and 0.5-1.5μg/l, respectively. Eukaryotic ultraplankton (1-5μm) predominated at SCM in the south of AD along 140° E section. Nanoplanktonic diatoms (5-20 μm) such as *Fragilariopsis* predominated in SCM in the south of AD along 135°, 140° and 145° E sections. Microphytoplankton (>20μm) was relatively high in Chl *a* only at SCM around AD.

【はじめに】南極海においては従来、植物プランクトンの中で大型珪藻の重要性が指摘されてきたが、近年、ナノプランクトンの卓越する海域があることも報告されている。そこで本研究は南極発散線を中心とする海域でサイズ毎の植物プランクトンの現存量と、それぞれのサイズクラスの植物プランクトンの種組成を明らかにすることを目的として行った。

【方法】観測は 1996 年 1 月 20 日から 2 月 2 日にかけて東京水産大学研究練習船「海鷹丸」において、東経 135° (A ライン), 140° (B ライン), 142° (C ライン), 145° (D ライン) の、南緯 62° から氷縁の間で行った。CTD-RMS またはバンドン採水器により採取した海水を用いて、栄養塩と Chl *a* (蛍光法) を測定した。A・B・D ラインでは Chl *a* 濃度の測定を 0.2-1μm, 1-5μm, 5-20μm, >20μm のサイズ画分について行った。微小植物プランクトンは Tuji and Yanagita (1981) の方法を用いて蛍光顕微鏡で計数した。大型植物プランクトンは海水 1/ をホルマリン固定し沈殿濃縮後、倒立顕微鏡を用いて同定・計数した。

【結果】水温・塩分の鉛直分布から南極発散線の中心は南緯 63.5°-64° 付近に位置していた。表面の水温は A・B ラインより C・D ラインの方が高く、逆に Chl *a* 濃度は A・B ラインより C・D ラインの方が低かった。全ての観測点で亜表層にクロロフィル極大が見られた。その水深は発散線より北(62°-63° S)では 50-70m にあり、発散線付近では 30-50m と浅く、発散線より南側では 75-100m と最も深かった。また、亜表層極大における Chl *a* 濃度はそれぞれ約 0.5μg/l, 0.8-1.2μg/l, 0.5-1.5μg/l であった。1-5μm 画分の Chl *a* は B ラインの発散線より南側の水深 50-75m に高濃度に分布した。ここでは真核の球形細胞(1-4μm)が卓越した。5-20μm 画分は 3 つのラインの発散線より南側の亜表層極大付近に高濃度に分布し、ここでは、*Fragilariopsis* などの小型珪藻が卓越した。一方、>20μm の画分の Chl *a* 濃度は、いずれの測線においても発散線付近の亜表層極大にのみ高濃度に分布した。ピコプランクトンは暖海域に比べて著しく少なかったが、C・D ラインの発散線の北側に *Cyanobacteria* が 1000cells/ml 程度存在した。



# 海水藻類 *Detonula confervacea* のリブローズ二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼの低温特性

Effects of low temperature on the activity of Ribulose-1.5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase of ice alga *Detonula confervacea*.

鈴木祥弘 (RITE)、高橋正征 (東大教養)

Yoshihiro Suzuki (RITE), Masayuki Takahashi (Univ. of Tokyo)

The activities of Ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase in crude extract from cultivated cells of ice algal strain, *Detonula confervacea*, were estimated by the rates of  $^{14}\text{C}$  accumulation with Ribulose biphosphate (RuBP) and  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  to acid stable fractions and were compared with the rates of temperate strain, *Skeletonema costatum*. The rates were estimated at temperatures between 0 to  $50^\circ\text{C}$  and relative activity at each temperature were determined by comparison with the rate of each strain at  $25^\circ\text{C}$ . Relative activities of both strains logarithmically decreased from 50 to  $10^\circ\text{C}$  and no differences were observed between the two. However those of *S. costatum* decreased steeply at temperatures between 10 and  $0^\circ\text{C}$ , although those of *D. confervacea* decreased at a same degrees as above  $10^\circ\text{C}$ . As a result, the relative activities of *D. confervacea* at  $0^\circ\text{C}$  was 70% higher than those of *S. costatum*. This higher relative activity of the ice algal strain at  $0^\circ\text{C}$  was corresponded with the positive rates of photosynthesis of this strain even at  $-1.8^\circ\text{C}$ .

【はじめに】 極域の海水下面には、主として珪藻類から成る藻類群集が発達することが知られており、海水藻類群集（アイスアルジー）と呼ばれている。近年の生理学的解析からアイスアルジーは $5^\circ\text{C}$ 未満の低温でも光合成を行うことが明らかになってきた。一方、常温に生活する植物の光合成はこの温度範囲で必ずしも高い速度を示すわけではなく、珪藻類の多くもこの温度で光合成を停止することが知られている。また、常温の植物では光合成を支える酵素活性も低温で維持されているわけではない。例えば、光合成暗反応を律速する鍵酵素の一つであるリブローズ二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ

(RuBisCO) の活性は、 $10^\circ\text{C}$ 以下の低温で温度とともに著しく低下することが高等植物を用いた実験で明らかにされている。これらの結果は、アイスアルジーの低温での光合成は既知のRuBisCOでは維持できないことを示し、同時にアイスアルジーの光合成が特異な低温特性を持つRuBisCOにより維持される可能性を示唆している。このため、本研究では、RuBisCOに着目し、常温の珪藻類とアイスアルジーのRuBisCOの特性を比較することで、アイスアルジーの低温における光合成速度の維持機構を解析した。

【方法】 北海道サロマ湖の海水下面の藻類群集より単離した *Detonula confervacea* と東京湾より単離した *Skeletonema costatum* の培養株をそれぞれ $5^\circ\text{C}$ 、 $100\ \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  連続光と $25^\circ\text{C}$ 、 $200\ \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  連続光で培養し、細胞を $3000\times\text{g}$ 、5分間遠心して回収した。回収した細胞を等量の抽出緩衝液（最終濃度：100mM HEPES pH 8.0、1mM EDTA、1mM DTT、 $20\ \mu\text{M}$  PMSF、 $2\ \mu\text{M}$  Leupeptin）で懸濁、超音波処理で破碎後、 $10000\times\text{g}$ 、30分間遠心し、この上清を限外ろ過しRuBisCO粗抽出液として用いた。密閉反応管中に封入された反応緩衝液（最終濃度：100mM HEPES pH 8.0、1mM EDTA、1mM DTT、 $20\text{mM}$   $\text{MgCl}_2$ 、 $20\text{mM}$   $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ ）に粗抽出液を加え、 $25^\circ\text{C}$ で10分間静置しRuBisCOの活性化を行った後、各測定温度移した。その後、基質であるRuBPを添加し反応を開始、2分後に反応液と等量の $0.4\text{M}$  蟻酸を添加し反応を停止した。反応液を $90^\circ\text{C}$ で乾固した後、酸安定な沈殿物中に含まれる $^{14}\text{C}$ のRI活性から酵素活性を求めた。

【結果】 RuBisCO粗抽出液をSDSポリアクリルアミドゲル電気泳動に供した結果、粗抽出液中には主要なタンパク成分としてRuBisCOが確認された。これを用いて求めた各測定温度の酵素活性を、各株の $25^\circ\text{C}$ で測定された酵素活性と比較し相対酵素活性を求めたところ、常温珪藻類の *S. costatum* の相対酵素活性が $10^\circ\text{C}$ 以下の低温で急速に低下するのに対し、アイスアルジー *D. confervacea* の相対酵素活性は $0^\circ\text{C}$ まで一定の割合で低下することが明らかになった。この低温特性から、アイスアルジー光合成の低温特性について考察する。

## 南大洋におけるピコサイズラン藻・細菌および従属栄養性 微小鞭毛虫の分布

Distribution of pico-sized cyanobacteria, bacteria, and heterotrophic  
nanoflagellates in the Southern Ocean

深見公雄(高知大農)・安田道恵(極地研)・石垣哲治(東大海洋研)・宇野 潔(高知大農)

FUKAMI Kimio (Kochi Univ.), YASUDA Michie (NIPR),

ISHIGAKI Tetsuji (ORI, Univ. Tokyo), UNO Kiyoshi (Kochi Univ.)

Abundances of pico-sized cyanobacteria (PC), bacteria, and heterotrophic nanoflagellates (HNF) were determined in the Southern Ocean. PC were abundant in tropical, subtropical and temperate areas, however, nothing in the Southern Ocean. Bacterial densities were consistently few, usually less than  $10^5$  cells  $\text{ml}^{-1}$ . On the contrary, HNF abundances were relatively high, often more than  $10^3$  cells  $\text{ml}^{-1}$ . These results indicate that high grazing pressure of HNF on bacteria was expected in the ecosystem of the Southern Ocean.

【はじめに】南大洋は、無機栄養塩が豊富な生産性の高い海域であるため、これまで物質循環に関する多くの研究がなされてきた。しかしながら、これらは捕食食物連鎖に関するものがほとんどであり、細菌類やその主な捕食者とされている従属栄養性微小鞭毛虫(HNF)等の微生物群集の分布や変動に関する研究は非常に少ない。そこで本研究では、南大洋におけるこれらの微生物群集の分布を明らかにし、従来見落とされていた細菌・HNFおよびピコサイズのラン藻(PC)の生物量を評価しようとした。

【方法】海水試料は白鳳丸KH-94-4次航海によって採取された。ほとんどすべての観測点の水深0~500mの12層から得られた海水試料を最終濃度1%のグルタルアルデヒドで固定し、PCは直接、また細菌およびHNFはDAPIおよびFITCによる二重染色をおこなったあと、それぞれ落射蛍光顕微鏡で計数した。

【結果と考察】PCは熱帯から温帯海域で広く分布していた。しかしながら南緯50度以南の南大洋海域ではまったく存在せず、ピコサイズのラン藻類は南大洋の一次生産にはほとんど寄与していないことが明らかとなった。一方細菌数はほとんどの測点において  $10^5$  cells  $\text{ml}^{-1}$ 以下と比較的小さな値であった。その分布極大はしばしば水深20-40mの垂表層で見られた。それに対し、HNFの分布は解氷直後の測点を除いては比較的多く、しばしば  $10^3$  cells  $\text{ml}^{-1}$ を上回る場合が見られ、細菌密度が少ないことと対照的であった。以上の結果から、南大洋ではHNFによる細菌捕食圧の高いことが推察された。

南大洋における細菌の生産速度および従属栄養性微小鞭毛虫  
による細菌消費速度の短期変動

Bacterial production and its consumption by heterotrophic nanoflagellates  
in the Southern Ocean

深見公雄・宇野 潔（高知大農）

FUKAMI Kimio, UNO Kiyoshi (LAQUES, Kochi Univ.)

Abundances of bacteria and heterotrophic nanoflagellates (HNF), and rates of bacterial production and HNF grazing on bacteria were determined in the Antarctic. At the station just after ice thawing, both bacterial and HNF abundances were very low. However, bacterial density, and then HNF grazing rate sequentially increased significantly, which was followed by increase in HNF abundance. These results suggest that food chain from bacteria to HNF proceeded along with the season, and the energy flow in microbial loop was important in the Antarctic, too.

【はじめに】南大洋では、細菌の生産速度が熱帯海域よりもはるかに大きいにもかかわらずその分布密度は比較的低いことが知られている。その一方で、細菌捕食性の微小鞭毛虫(HNF)の分布密度は比較的高いことが分かってきた。このことは生産された細菌が次々と消費されていることを示しており、微生物食物連鎖の重要性を示唆するものである。しかしながら、従来の南大洋の生態系における物質循環の研究はいわゆる捕食食物連鎖に関するものがほとんどであった。そこで本研究では、同海域における細菌とHNFの分布密度と活性の短期変動について調べ、微生物食物連鎖の役割について考察した。

【方法】白鳳丸KH-94-4次研究航海において、解氷直後の測点から次第に季節が夏季にむかう北方への連続した数測点において海水試料を採取し、細菌および従属栄養性鞭毛虫(HNF)の計数と細菌の生産速度およびHNFの細菌捕食速度を測定した。

【結果および考察】南大洋では、微生物群集の分布は水深100m以浅で多く、それ以深では急激に減少していた。そのため、各パラメーターを水深100mまでの積分値で比較したところ、解氷直後と思われる測点では細菌およびHNFの密度はいずれも極めて低い値であった。しかしながら、測点が北に向かう（氷海から遠ざかる）につれて、まず細菌数とHNFの細菌捕食速度が増加し、ついでHNF数がおくれて増加していった。以上の結果は、細菌の生産とHNFの細菌捕食に時間的な“ずれ”がありエネルギーが季節の進行とともに微生物食物連鎖に流れていくことを示唆するものである。

## The Influence of Ice Structure on the Ice Algal Assemblages off Zhongshan Station, eastern Antarctica

He Jianfeng    Chen Bo    Wu Kang

(Polar Research Institute of China, Shanghai 200129)

The ice structure and the biomass and species composition of ice algal assemblages in the fast ice off Zhongshan Station (69°22'24"S, 76°22'24"E), eastern Antarctica were studied from April to December 1992 when the sea surface was covered by first-year sea ice. Two ice algal blooms occurred in the bottom layers of several centimeters in late April and November respectively, and the ice crystal composition could deeply affect these blooms. The ice was composed mostly of congelation ice, but the frazil ice in the top layers could influence the biomass of autumn blooms with the extent depending on the amounts of such ice crystals, and because the higher biomass in a certain layer would remain relatively higher in the spring even if the biomass continuously decreased throughout the season in the same layers. So the autumn blooms could finally affect the biomass of spring blooms.

The dominant ice algal species would remain basically in the same layers until in the spring when the environmental factors changed quickly, and the different ice crystal could affect the species composition of the assemblages only when they formed. The frazil ice caused assemblages similar to that of water surface, but the congelation ice caused assemblages which were some different from that of water surface. So the autumn blooms, if occurred in the congelation ice layers, were more probably caused by *in situ* growth rather than physical concentration.

In the congelation ice layers, the ice algal biomass and species composition were mostly determined by other environmental factors rather than the ice crystals characteristics such as the standard deviations of the crystal *c*-axes which reflect the alignment of brine layers of different crystals, and ice-plate thicknesses which reflect the growth rates of the sea ice.

P18

Bacterial population of the Bering and Chukuchi Seas  
: Ecological and physiological features.

Tsyban, A. (Inst. of Global Climate and Ecology, RUSSIA)



# サロマ湖季節海水中に分布する微小動物プランクトンとアイスアルジーの日周変化

## Diel changes in microzooplankton and ice algae in the seasonal sea ice at Saroma Ko lagoon.

服部 寛・瀬戸 計行・古田 雄一 (北海道東海大学)

齊藤 宏明 (北海道区水産研究所)

Hattori, H., K. Seto, Y. Furuta (Hokkaido Tokai Univ.) and

H. Saito (Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.)

Diel changes in vertical distribution of microzooplankton and ice algae in the ice were investigated during February 23 and 25, 1994, at the eastern part of Saroma Ko lagoon, Hokkaido, in order to understand the sea ice ecosystem. The ice thickness was ca. 40 cm. Ice cores were collected every 2-4 hour and they were cut into 0-1, 1-2, 2-3, and 3-5 cm sequence from the bottom to observe chlorophyll *a* concentration and numerical abundance for microzooplankton and ice algae in each layer. Water temperature and salinity at the ice-water interface were recorded every 10 minute during this study and chlorophyll *a* concentration in the same layer was observed in each ice core sampling.

Water temperature at the ice-water interface was showing diel change; higher in the day and lower at night. Salinity in this layer declined during the daytime when the water temperature was increasing. Salinity was stable at night. Diel change in salinity was considered to be representing that the bottom ice was melting during the day. Chlorophyll *a* concentration in the ice-water interface was higher during the day and lower at night suggesting that larger amount of ice algae was released from the bottom of the ice during the day than at night. However, chlorophyll *a* concentrations in the ice did not show diel change. Chlorophyll *a* concentration in 0-1 cm layer increased with time.

Diel change in abundance of the ice algal diatom was not observed in each layer. Species composition of ice algal diatoms in

the top (3-5 cm) and bottom (0-1 cm) layers changed with sampling time. At the beginning, centric diatom, *Detonula* sp., was dominant in the bottom layer and less abundant in the top, however, pennate diatoms, *Nitzschia* spp., was not dominant in the bottom layer and dominant in the top. Dominance of these two genera replaced with time in each two layer then *Nitzschia* spp. became dominant in the bottom layer and less dominant in the top at the end of this study.

Among microzooplankton, oligotric ciliate (size; 70-100 x 50-70  $\mu$ m) was dominant in the ice. It's abundance in the ice was changed with time, however, clear diel rhythm was not observed. Ciliates were grazing naked microautotrophs (size; 7-12 x 8  $\mu$ m) other than ice algal diatoms. Microautotrophs were mainly inhabiting in the top layer and they decreased toward the bottom. Daily mean concentration of ciliates was higher in the bottom than in other 3 layers, showing inverse vertical profile for that of the microautotrophs

Consequently, it is considered that ice algal diatoms owed main part for the ice algal standing crop in the ice, however, they depending on their cell size, did not act as major nutritional source for microzooplankton in the ice. Ice algal diatoms were considered to be important food source for larger zooplankton such as copepods in the water column when they were released from the ice. Ciliates and microautotrophs were considered to be playing important role for food web dynamics on the ecosystem in the sea ice.



## 海氷下のサロマ湖において橈脚類の鉛直分布に影響を与える要因 特に海氷—海水境界層において

### Factors influencing vertical distribution of copepods at ice-covered Saroma-ko Lagoon with particular reference to ice-water interface

齊藤宏明(北海道区水産研究所)・服部寛(北海道東海大学工学部)

Hiroaki Saito (Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.), Hiroshi Hattori (Hokkaido Tokai Univ.)

Vertical distribution of copepods is considered as the result of their compromissary selection between two adaptive strategies of maximizing foraging intake for growth and/or reproduction as well as minimizing predation risk from variable types of predator. In general, food concentration in the water column at ice-covered sea is low due to the reduced irradiance by sea ice and snow accumulation. On the other hand, ice-water interface is relatively preferable food condition for copepods because ice algae concentrated at the under-surface of the sea ice and which are released into the water column by melting of the sea ice or by current turbulence. However, copepods under the sea ice were not always accumulated at the layer. We (Saito and Hattori, in press) showed copepods migrated up to the ice-water interface after the sunset and they left the layer until midnight at ice-covered Saroma-ko Lagoon. This results revealed that other factors than food influenced the vertical distribution of copepods. In the present study, we determined diel vertical migration of copepods, or diel change in density in the ice-water interface at Saroma-ko Lagoon, and discuss what factors control the vertical distribution of copepods under sea-ice with particular reference to ice-water interface.

橈脚類の鉛直分布は、より多く成長または再生産し、同時により多く生き残るという2つの適応戦略の妥協的選択結果である。海氷下の生態系では、海氷とその上に積もる雪のために照度が著しく低いため、通常植物プランクトン濃度が極めて低い。一方、海氷底部にはアイスアルジーが高い濃度で繁茂し、その一部は海氷の融解や、流れによる擾乱によって海水中に放出される。そのため、海氷—海水境界層は例外的に橈脚類にとっての餌濃度が高い層となり、この層に分布する橈脚類の摂餌率が高いことも知られている。しかしながら、橈脚類は常に餌濃度の高い、海氷—海水境界層に分布するわけではない。Saito & Hattori (in press)は、海氷下のサロマ湖で橈脚類が夜間にこの層に鉛直移動し、しかも真夜中までにはこの層を離れることを明らかにした。このことは、餌以外の要因が橈脚類の分布に影響を与えていることを示している。本研究では橈脚類の日周鉛直分布様式および海氷—海水境界層の密度を調べ、橈脚類の鉛直分布に影響を与える要因を、特に海氷—海水境界層において検討する。

#### [Reference]

Saito, H. and Hattori, H. (in press) Diel vertical migration and feeding rhythm of copepods under sea ice at Saroma-ko Lagoon. *J. Mar. Sys.*

南極海ウィルクスランド沖における *Salpa thompsoni* の分布と濾水速度The Distribution and Filtering Rate of *Salpa thompsoni* off Wilkes Land

佐藤力 石丸隆 山口征矢 (東水大)

R. Sato, T. Ishimaru, Y. Yamaguchi (Tokyo Univ. of Fisheries)

In Antarctic marine ecosystems, salps have often been considered to play an important role due to its large abundance and high feeding ability on phytoplankton. Filtering rates and spatial distribution of *Salpa thompsoni* were studied at stations off Wilkes Land during the austral summer 1996. Filtering rates increased exponentially with increasing body length. Calculated filtering rate of a salp of 40 mm body length was 479 ml / h. Salp population at the most salp-rich station (29873 inds./1000m<sup>3</sup>) could clear 100% of the water column within 10.2 days.

【はじめに】 近年、南極海域の生態系におけるサルパの役割が注目されるようになり、分布様式や生物量に関する報告が多くみられるようになってきた。一方、南極海域のサルパの生理・生態学的な特性に関する研究は少なく、Ikeda & Mitchell (1982) がウィルクスランド沖の *Salpa thompsoni* の呼吸・排泄速度を、Reinke (1987), Huntley *et al* (1989) が南極半島周辺海域の同種の濾水速度を測定した報告がある以外、見あたらない。本研究は、東京水産大学練習船海鷹丸により、サルパの分布を調べるとともに、船上で行った摂餌実験から濾水速度を求めた。

【方法】 本研究は、1996年1月26日～2月3日に、ウィルクスランド沖において行った。サルパは2 mm 目合いの ORI ネットの傾斜曳きにより採集し、ただちにホルマリンで固定した。固定サンプルは研究室に持ち帰った後、測点毎にサルパの数を計数し、入水孔から出水孔までの長さを計測した。また、摂餌実験用にサルパをコッドエンド部を大きくした手曳きネットで静かに採集した。海水中で連鎖個体を丁寧に引きはずし、活発に遊泳している個体を現場海水 2.5–3 l を満たした容器に1個体ずつ入れ、甲板に設置したコンテナ中に収容して1–3時間置いた。実験開始時と終了時に海水を採取し、測定したクロロフィル量から濾水速度を求めた。

【結果】 採集されたサルパはすべて *Salpa thompsoni* であり、その密度は 26 から 29873 個体 / 1000 m<sup>3</sup> の範囲で変動した。個体群中、体長 5–35 mm の個体がほとんどを占めるが、最も西側の東経 135° の観測ラインでは体長 8 mm 未満の個体はみられず、また発散域の北縁部では大型個体が卓越した。摂餌実験はサイズの異なる 8 個体について行った。体長  $L$  (mm) と濾水速度  $F$  (ml / individual / h) との関係は

$$F = 1.15 L^{1.635} \quad (r^2 = 0.44)$$

で表された。体長 40 mm の個体の濾水速度を計算すると 479 ml / individual / h となり、Reinke (1987), Huntley *et al* (1989) が同体長の個体について求めた値 (それぞれ 361, 376 ml / individual / h) よりも高くなった。また、この式とサイズ組成から各測点の個体群の濾水速度を求めると、最も個体数密度の大きい測点においては水柱中の海水を 100% 濾過するのに 10.2 日を要する結果となった。

以上のデータとクロロフィル量、生産量からサルパの摂餌が植物プランクトンに与える影響について検討する。

夏季、南極海表層水における微小動物プランクトンの摂食速度

Microzooplankton grazing in the surface water of Antarctic Ocean during a summer

津田敦（北水研）、川口創（遠洋水研）

A. Tsuda (Hokkaido Natl Fish. Res. Inst.), S. Kawaguchi (Natl Res. Inst. of Far Seas Fish.)

Microzooplankton grazing in the surface water were investigated at Indo-Pacific Sector and Atlantic sector of Antarctic Ocean by the dilution method. Phytoplankton growth varied mainly between 0 to 0.4 day<sup>-1</sup>, while microzooplankton grazing between 0 and 0.3. Drastic fluctuation of phytoplankton growth rate were observed within a station and between the closely spaced stations. Microzooplankton grazing were almost balanced with phytoplankton growth rate in spite of the variation of phytoplankton growth rate, although in some case, phytoplankton growth overwhelmed the microzooplankton grazing. These facts suggest that microzooplankton is main consumer of primary production, and the steady state between phytoplankton growth and microzooplankton grazing is usually established in the Antarctic Ocean.

南極海食物連鎖は近年大幅に見直されつつある。「珪藻が高い一次生産を支え短い食物鎖でクジラ等の大きな生物量を支えている」という考えが、実は、「微小な藻類が低い一次生産を行っているのに何故かクジラ等の大きな生物量が支えられている」というように変更を強いられている。卓越する微小な藻類を摂食し、食物連鎖、および南極生態系の一つのキーとなるは微小動物プランクトンと称される動物群であるが、南極海においてこの動物群の摂食速度はほとんど測られたことがなかった。

観測及び実験は 1994/95 の白鳳丸航海および開洋丸航海において行われた。夏季、植物プランクトン濃度の高い南極半島周辺海域と植物プランクトン濃度の低い東経 140 度線の南極発散域の 2 海域において、計 12 回の希釈法実験により表層水における植物プランクトンの増殖速度と微小動物プランクトンの摂食速度を見積もった。

植物プランクトン増殖速度は大きく変動したが 0-0.4 day<sup>-1</sup> の範囲の値が多く観察され、一方、微小動物プランクトンの摂食速度は 0-0.3 day<sup>-1</sup> の範囲の値が多く観察された。これらの変動は同一地点や地理的に隣接した定点においても観察され、その変動要因は今のところ不明であるが、植物プランクトンの増殖と微小動物プランクトンの摂餌の間にはバランスする傾向が認められた。これらの結果は、南極海において微小動物プランクトンは植物プランクトンの生産のほとんど全てを摂餌する消費者であり、その生産と消費の定常状態は日の単位で保たれていると考えられた。

プリッツ湾における *Metridia gerlachei* の垂直分布および卵巣成熟度Vertical Distribution and gonad maturity of *Metridia gerlachei* (Calanoida, Copepoda)  
in the Prydz Bay, Antarctica 1991

幸丸香保留 (東海大学)、谷村篤、渡辺研太郎 (極地研)

G. Hosie (豪州南極局)、久保田正 (東海大学)

K. Kohmaru (Tokai Univ.), A. Tanimura, K. Watanabe (NIPR), G. Hosie (Antarctic Div., AUSTRALIA)  
and T. Kubota (Tokai Univ.)

Vertical distribution and gonad maturity of an Antarctic copepod, *Metridia gerlachei* was investigated in the Prydz Bay region in January/February 1991. The population of *M. gerlachei* consisted mainly of old stages of C IV to adult and they were concentrated below 100m at oceanic station. While, the population of *M. gerlachei* was predominated by young stages of C II and C III and they are concentrated below 100m at the shelf station. Adult females with ripe gonad predominated at both stations. These results suggested that the population of *M. gerlachei* was distributed in deep layers in Prydz Bay in summer and their reproduction occurred there.

オーストラリア南極局との共同観測の一環としてオーストラリア南極観測船オーロラオーストラリスによるインド洋区に位置するプリッツ湾域でのプランクトン調査を実施した。得られた試料から、夏期の本湾における *Metridia gerlachei* (カイアシ類) の生態についての若干の知見を得た。ここでは *M. gerlachei* の垂直分布及び卵巣成熟度について報告する。

【材料及び方法】動物プランクトン試料は、プリッツ湾の  $76^{\circ} 30' E$  線上に設けた5観測点において1991年1月30日から2月3日の間、ツイン型MTD (口径56cm、目合0.33mm及び0.11mm) による6-11層の同時水平採集によって得られた。本研究ではこのうち目合0.33mmネットで大陸棚内外のStn. 38 ( $66^{\circ} 06' S, 76^{\circ} 26' E$ ; 水深2900m) およびStn. 42 ( $68^{\circ} 04' S, 76^{\circ} 28' E$ ; 水深455m) の2地点で目合0.33mmネットで得られた試料を用いた。卵巣成熟度はBatcelder (1986) のファーストグリーン溶液による染色法を用いて観察した。

【結果】海洋環境: CTDのデータによれば、プリッツ湾沖のStn. 38は、50-200m層に水温極小層がみられ、その下層で  $0^{\circ}C$  以上の比較的高塩分で均質な海水が存在し典型的な夏期の南極海の海洋構造を示していた。一方、大陸棚上のStn. 42は、50m以浅に解氷の融解によってもたらされたとおもわれる  $-1^{\circ}C$  以上、33.0%以下の海水がみられたが、それ以深では低層までほぼ結氷点に近い低冷水で占められていた。

垂直分布: Stn. 38では *M. gerlachei* はC Iを除くすべてのコペポダイト期の個体が出現した。しかしその個体群の大部分はC IVおよびC Vからなり、ほとんど100m以深から見いだされた。若令群のC IIおよびC IIIの出現個体数はそれぞれ110m層(401個体/1000m<sup>3</sup>)、250m層(1103個体/1000m<sup>3</sup>)で最も多かった。一方、老令群のC IVから成体の各個体群は550m層で最も多く出現し、それぞれ19561個体、12840個体、4213個体/1000m<sup>3</sup>出現した。大陸棚上のStn. 42では、*M. gerlachei* 個体群はC IIおよびC IIIがその大部分を占めていた。Stn. 38と同様70m以浅の表層域からは *M. gerlachei* 個体群はほとんど出現せず、C Iはいずれの層にも見いだされなかった。C IIからC Vの個体群は240m層で最も多くその出現個体群はそれぞれ12882個体、20000個体、7529個体、642個体/1000m<sup>3</sup>であった。成体は300m層(3529個体/1000m<sup>3</sup>)で最も多く出現した。

卵巣成熟度: Stn. 38において成体雌は250m層、410m層および550m層の3層から得られた。これらの成体雌の卵巣成熟度を観察した結果、大部分が産卵直前の状態の個体で占められていた。また、Stn. 42では成体雌が240m層および300m層からのみ出現した。これらの成体雌の卵巣成熟度を観察した結果すべての成体雌が産卵直前の状態の個体群で占められていた。

以上の結果から、夏期プリッツ湾域においては、*M. gerlachei* の老令群は深層域に分布し、若令群はそれよりも上層に分布する傾向がみられた。また、産卵直前の状態の成体雌が深層域に分布していることから、産卵が深層で行われる可能性もまた示唆された。



JARE-25 (1984 年) においてライト・トラップで採集された  
*Paralabidocera antarctica* (橈脚類) について

On *Paralabidocera antarctica* (Calanoida, Copepoda)  
 collected with a light trap in 1984 by JARE-25

谷村 篤

国立極地研究所

A. TANIMURA

National Institute of Polar Research

**Abstract:** Occurrence and stage composition of an ice associated copepod, *Paralabidocera antarctica* collected under fast ice near Syowa Station with a light trap by JARE-25 were investigated. No copepods were collected in May to October, but many were caught just beneath the sea ice during November. *P. antarctica* was dominated by copepodite stages IV(CIV) and V (CV) in early November, while, the adults constituted a great portion of the total catch in late November.

**要旨:** *Paralabidocera antarctica* は南極沿岸海水域に分布するかいし類の一種である。本種は海水と海水の境界領域 (ice-seawater interface) を生息場所として生活することが知られている。本報告は JARE-25 越冬隊によって昭和基地周辺の海水域で行ったライト・トラップ採集の際、本種が採集され、その出現と令組成について若干の知見が得られたので報告する。

ライト・トラップによる海水下のプランクトン採集の詳細についてはすでに Kawaguchi et al. (1986) によって報告されている。それによれば、ライト・トラップ採集は 1984 年 5 月から 11 月の間、北の浦において毎月一回ないし 2 回実施した。また、ライト・トラップは通常、海底直上 (水深: 38 m) 夜間数時間設置して採集を行ったが、場合によってはこの他に海水直下および中層 (15 m 層または 24 m 層) の 3 層に設置して採集を行った。調査期間中、*P. antarctica* がこれらのトラップによって採集されたのは 11 月 2-3 日および 23-24 日のみであった。

11 月 2 日 (20:00)-3 日 (03:00) の間、ライト・トラップは海水直下、15 m 層および海底直上の 3 層に設置された。このとき、海水直下に設置したライト・トラップから 1710 個体の *P. antarctica* が採集された。しかし、15 m 層および海底直上に設置したライト・トラップからはそれぞれ、わずか 16 個体および 1 個体しか採集されなかった。海水直下で得られた *P. antarctica* の発育期構成はコペポダイト III 期から成体から成っていたが、そのうち CIV および CV が卓越して出現した。一方、11 月 23 日 (2:30)-24 日 (05:30) の間、ライト・トラップは 11 月 2-3 日のときと同じく、海水直下、15 m 層および海底直上の 3 層に設置された。このときもやはり海水直下に設置したライト・トラップには 11890 個体の *P. antarctica* が採集されたが、15 m 層および海底直上に設置したライト・トラップにはそれぞれ、30 個体および 23 個体しか採集されなかった。また、このときの海水直下で得られた *P. antarctica* の個体群の大部分が成体 (75%) と CV (20%) で占められていた。

以上 *P. antarctica* がライト・トラップによって採集され始める 11 月上旬は、まさに本種が海水下部から海水中に出て生活を始める時期とよく一致している (Tanimura et al. 1996)。また、ライト・トラップによって採集された *P. antarctica* 個体群の 99% 以上が海水直下で見いだされたことは海水中でのハビタットもまた海水と海水の境界領域にあることを示すものであろう。

最後に貴重な標本を提供していただいた川口弘一、松田治、石川慎吾の各氏に感謝いたします。

# 南極オキアミの消化管内に生息する共生繊毛虫

## Ciliates reproducing in the gut of Antarctic krill

小林 正樹・田口 哲・三枝 順子・戸田 龍樹（創価大）・川口 創・永延 幹男（水産庁遠洋水研）

KOBAYASHI, M., TAGUCHI, S., SAIGUSA, J., TODA, T. (Soka Univ.) ,

KAWAGUCHI, S. and NAGANOBU, M. (National Research Institute of Far Seas Fisheries)

Habitat preferences for ciliates extend from a wide variety of specific ecological niches for free-living species to a broad range of associations involving both invertebrate and vertebrate hosts for the symbiotic forms. The endosymbiotic ciliates enable the host organisms to digest cellulose and detrital substances which the hosts can not digest using their own enzymes. This ability is surely a big advantage for the host organisms in the ecosystem. Such endosymbiotic ciliates have not been discovered from the alimentary canals of the crustaceans. However, during a recent Antarctic research cruise, by dissecting fresh Antarctic krill (*Euphausia superba*) on board, we found out live motile ciliates in the gut of krill. Further observation of gut samples by scanning electron microscopy indicated that the ciliates were symbionts associated within their gut. Since the Antarctic krill is a key species in the Antarctic ecosystem, our discovery of endosymbiotic ciliates might be an important component to the transfer of carbon in the Antarctic ecosystem.

【はじめに】繊毛虫は地球上の様々な環境に適応し生活している。多くの繊毛虫は水中で浮遊生活をしているが、動物の消化管内に共生する種も存在する。消化管内共生繊毛虫はシロアリや牛の反芻胃などでよく知られている。これらの繊毛虫は宿主の消化管内容物を栄養源として生活するかたわら、宿主自身の持つ酵素では消化不可能な物質を分解し、利用できる形にすることで、宿主に貢献している。今回、我々は南極オキアミの消化管内からも、共生性の繊毛虫を確認したのでここに報告する。

【材料および方法】南極オキアミは第7次開洋丸南極調査航海において南極半島周辺海域でKYMT ネットによって採集された。

光学顕微鏡観察：生きたオキアミを船上で解剖し、消化管を摘出した。濾過海水で洗浄し、スライドガラス上で切開し、内容物を倒立顕微鏡にて観察した。

SEM 観察：新鮮なオキアミを5%グルタルアルデヒド海水で固定した。実験室に持ち帰った後、消化管を摘出し、乾燥切断法によってSEMで観察した。

【結果および考察】船上で光学顕微鏡を用いて消化管内容物を観察したところ、大きさ15-50  $\mu$ mほどの多数の原生動物が活発に運動しているのが確認された。それらの形態から少なくとも2

～3種類の繊毛虫が存在するものと考えられた。SEMを用いた観察から、雌雄を問わずほとんどすべてのオキアミ（未成熟個体から成熟個体まで）の消化管内に繊毛虫が存在していることが明らかとなった。また、繊毛虫はForegutのPosterior chamberからHind gutまでの間に存在し、咀嚼器のあるAnterior chamberには見出されなかった。このことにより、繊毛虫自身は破壊されずしかも十分破砕された消化管内容物を利用することが可能である。さらに、SEMによる観察から、いくつかの接合中の繊毛虫も確認され、腸内で再生産を行っていることも明らかとなった。今回初めて確認された繊毛虫は、（1）解剖したほとんどすべての正常な南極オキアミから確認された、（2）消化管内の環境にうまく適応している、（3）消化管内で再生産を行っているなどの事実から、消化管内に共生する繊毛虫であると考えられる。また、オキアミの食性についての多く研究があったにも関わらず繊毛虫が発見されなかった理由として、（1）生きたサンプルでなく、主に保存サンプルを使用していたため、偶然出現しても胃内容物として認識されていた、（2）消化管内容物の分析には主にForegutのAnterior chamberが用いられ、そこには繊毛虫が分布しない、などの原因が考えられる。



サウスシェトランド周辺海域とアデリーランド沖における  
ナンキョクオキアミ *Euphausia superba* の食習性

Feeding habits of Antarctic krill *Euphausia superba*  
in South Shetland waters and off Adelie Land

西野康人、河村章人（三重大生物資源）

Y.Nishino, A.Kawamura (Mie Univ.)

Feeding habits of the Antarctic krill (*Euphausia superba*) in South Shetland waters and off Adelie Land were investigated during the austral summer of 1995. Their foregut contents and microplankton in the surface waters identified using an inverted light microscope. We pay attention to the sampling area and their sexual maturity. And the difference of their feeding habits were discussed. The results of this investigation is analysing now.

【はじめに】南極海の生態系においてナンキョクオキアミは夏季においては一次生産と多様な大型捕食者群集とをつなぐ栄養生態上の鍵種となっている。そのためこれまで様々な研究がなされてきた。その中で食習性に関しては一次生産の高い夏季には主に珪藻類を摂食しているといわれている。しかしより詳細な食習性はいまだ不明な点もある。本研究ではサウスシェトランド周辺海域とアデリーランド沖で同時期に採集されたナンキョクオキアミについて、成熟ステージや環境水中のマイクロプランクトン組成等に注目し、消化管内容物解析を中心に異なった海域における食習性について検討を行なった。

【方法】本研究で用いたナンキョクオキアミ標本は南大洋太平洋海区にて行なわれた東京大学海洋研究所研究船白鳳丸によるKH94-4次研究航海とサウスシェトランド諸島周辺海域にて行なわれた日本トロール底魚協会によるオキアミ漁混獲物調査において採集された。KH94-4次研究航海ではIKMT（目合い：2mm）及びORI（目合い：0.69mm）を用いて採集が行なわれた。オキアミ混獲物調査ではコッドエンド部の目合いが30mm、開口部が約40×40mの商業用中層曳きトロール網で漁獲されたものの中から採集された。採集標本は船上でホルマリン（10%）で固定された。オキアミの採集された測点においては表層水約500mlを採水した。オキアミの消化管内容物解析及び水標本の解析は倒立顕微鏡下で行なった。

結果については現在解析中である。

## ナンキョクオキアミの水槽内での成長

Growth of Antarctic Krill (*Euphausia superba* Dana) in the Aquarium

平野保男、松田乾、渡辺格郎、内田至（名古屋港水族館）

Y. Hirano, T. Matsuda, K. Watanabe and I. Uchida (Port of Nagoya Public Aquarium)

In Port of Nagoya Public Aquarium, we made facilities which are easy to maintenance for keeping of Antarctic krill *Euphausia superba*. The peculiarity of these facilities are shown as follows. 1) The biological filtration works efficiently at very low water temperature about 0°C. 2) The holding tank was improved so that krill, as filter feeder, feed efficiently and water quality is easily kept in good condition. 3) The plankton culturing facility make stable supplying of phytoplankton and zooplankton. Owing to these facilities, we are able to keep numbers of Antarctic krill together in good condition. Molted exoskeletons are collected every day, the lengths of the uropod exopodites are measured and body lengths are estimated from the equation  $BL=7.90UE+0.12$  (Ikeda *et al.* 1985). After 1 year rearing of Antarctic krill in 3 tanks, the 1st tank grew 44.26 to 50.96 mm, the 2nd tank grew 43.67 to 48.64 mm, the 3rd tank grew 45.36 to 50.79mm in body length. In August 1995, many females are matured and spawned.

【はじめに】ナンキョクオキアミの飼育は Ikeda(1985)らによって長期に亘って記録されている。しかし、飼育規模は小規模で、水質の維持は止水換水によるものであった。オキアミの動物性餌料の摂餌は報告されているが、止水換水で水質の維持が困難と思われる。当館ではオキアミの展示を計画するに際して、維持管理の容易な閉鎖飼育設備を作成した。すなわち、約 0°C の低水温での効率の良い循環濾過方式の採用。濾過採食であるオキアミの摂餌を効率よく行い、且つ水質の維持の容易な二重水槽の飼育容器。また、専用の餌料培養設備による、植物、動物プランクトンの安定供給。これらの施設により、オキアミを多数、良好な状態で飼育が可能になった。

【方法】飼育は 500 ㍓水槽中に設置された 80 ㍓円形飼育容器(直径 40 cm、高さ 76 cm)4 器で行った。1 器には 1992 年から飼育を開始した 2 個体を収容した。他の 3 器には 1995 年に搬入した 94 個体を 3 群に分けて飼育を行った。餌料は 1 日 8 時間止水にし、*Phaeodactylum tricornutum* を  $35 \times 10^4$  cells/ml、栄養強化を行ったシオミズツボウムシ *Brachionus plicatilis* 及びアルテミア *Artemia salina* を飽食量投餌した。海水は月に 20% 程度換水を行っている。脱皮殻は毎日回収し、尾肢外葉長を測定し Ikeda(1985)らに従い  $BL=7.90UE+0.12$  の式で体長を求めた。

【結果】1996 年 9 月現在、飼育開始後 1992 年に搬入した 2 個体は、1993 年 8 月から体長測定を行い 34.88 mm から 49.87 mm、36.58 mm から 45.09 mm の成長がみられた。1995 年搬入群は 89 個体を飼育中である。体長測定は、1995 年 8 月から行い 1 群で 44.26 から 50.69 mm、2 群で 43.67 から 48.64 mm、3 群で 45.36 から 50.79 mm の成長がみられた。飼育下では体長約 55 mm に近づくと成長が鈍る傾向がみられる。尚、1995 年 8 月には多数の雌個体が成熟、抱卵した。卵は回収の不手際により放卵後、他の個体に捕食されたものと思われたが、1 個の未受精卵を回収できた。

Species, stage and size compositions of larval euphausiids  
in the southeast Bering Sea in summer 1993 and 1995

Seo Manabu<sup>1</sup>, Akira Nishimura<sup>2</sup> and Tsuneo Nishiyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hokkaido Tokai University, Sapporo, Japan

<sup>2</sup> Far Seas Fisheries Research Institute, Shimizu, Japan

Abstract

We attempted to clarify the spatial and temporal distribution patterns of larval euphausiids in the southeast Bering Sea, based on the samples collected with a Moccuss net during the period from May 19 to June 19 in 1993, and from May 24 to June 19 in 1995. Sampling stations were taken from an area between lat. 54-00 N and 57-30N and between long. 170-00W and 162-30W. A total of 34 duplicate stations were taken with an interval of two or three weeks. Simultaneous sampling was made at three depth layers; surface layer (30-0m), midlayer (50-30m), and deeper layer (150m or bottom -50m). The mesh size was 0.33 mm and the towing speed was about 2 knots. Larval euphausiids were identified, the developmental stages were determined, and the body length was measured on 30 individuals of each subsample. C3 (calyptopis stage 3) included both *T. inermis* and *raschi*, as identification between two species is not available at present. Larval forms of *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa longipes* and *Euphausia pacifica* occurred widely and commonly. Adult *Thysanoessa raschi* were found. The larval euphausiids were abundant in 1993 than in 1995. The abundance was greater in May than in June in 1995. In 1993, the C3 of *T. inermis* and *raschi* was most abundant with more than 40% of the total, while in 1995 the C2 stage of *Thysanoessa* spp. was predominant with 30%. The C1-C3 stages of *Thysanoessa* spp. were abundant in the southwestern area than in the northeastern area, whereas the C3 of *T. inermis* and *raschi* were abundant in the southern area. However, the occurrence of these stages slightly varied with the depth layer of sampling. The length distribution of C3 of *T. inermis* and *T. raschi* revealed an apparent two size groups in both years. However, this modality became obscure in the shallower and southeastern stations. The SST ranged between 1.9 and 5.0 C in 1993, and -0.6 and 4.7 C in 1995. In comparing the size distribution of the C3 stage, the size was greater in the water of SST above 3 C. The differences in the distribution patterns and the composition of larval euphausiids between 1993 and 1995 can be ascribed to the different temperature conditions between two years. The different size composition by area is also considered to be resulted from the different temperature conditions of the year.

Preliminary results of a biological/oceanographic survey  
off the coast of East Antarctica (80-150°E) carried out in January-March 1996.

Stephen Nicol, Nathan Bindoff, Tim Pauly, Deborah Thiele,  
Eric J. Woehler and Simon Wright  
(Addresses below)

Abstract.

During the first three months of 1996 the RSV 'Aurora Australis' conducted a 73 day integrated research voyage off East Antarctica, between 80° and 150°E. The prime impetus for this voyage was to provide an acoustic estimate of krill biomass so that CCAMLR could calculate a precautionary krill catch limit for Division 58.4.1. The krill survey was combined with a detailed oceanographic survey which was conducted on eight of the eighteen transects occupied by the krill survey. The principal aim of the oceanographic work was to study Antarctic bottom water formation - its rate of production, its sites of production its evolution and modification from its source at around 150°E. A wide range of other studies were also carried out during this survey including chemical oceanography, phytoplankton biology, zooplankton biology and whale and bird observations.

Preliminary results indicate that krill were not particularly abundant in this area during the survey. The total biomass estimated acoustically was 6.67 million tonnes in the 873,000 square kilometres surveyed. Most of the krill biomass was concentrated in the West of the survey area with the krill density in the East of the survey being roughly half that found in the West (5.6 g/sq m vs. 10.22 g/sq m). The other biological features examined related well to the distribution of krill with most of the birds and whales also being seen in the West of the survey area and the phytoplankton concentration also being higher in the West. Large quantities of salps were found in the East of the survey area whereas they were virtually absent from the West. The oceanographic survey indicated that warmer water (>0°C) from offshore penetrated much further South in the East of the survey area and it is hypothesised that this intrusion of oceanic water may have caused the displacement of the krill community and hence the lower krill abundances in the East.

Stephen Nicol, Tim Pauly, Simon Wright, Eric J. Woehler  
Antarctic Division,  
Channel Highway, Kingston, Tasmania, Australia 7050

Nathan Bindoff  
Antarctic CRC, University of Tasmania,  
GPO Box 52C, Hobart 7001, Australia.

Deborah Thiele,  
ANCA Marine Systems Unit,  
G.P.O. Box 636, Canberra, ACT 2601, Australia

# ANTARCTIC MARINE COPEPODS: UNDERESTIMATED AND UNDERVALUED

K.L. Beaumont (1) and G.W. Hosie (2)

(1) Institute of Antarctic and Southern Ocean Studies, University of  
Tasmania, GPO Box 252-77, Hobart 7001, Australia

Present address: Department of Zoology, University of Tasmania, GPO Box  
252-05, Hobart 7001, Australia

(2) Australian Antarctic Division, Channel Highway, Kingston 7050, Australia

Knowledge of copepod abundance and distribution has been limited, particularly in the Indian Ocean sector, as the use of coarse sampling gear has meant that copepods were frequently lost from the catch. This study analyses samples obtained from Prydz Bay using a fine mesh (300  $\mu$ m) Rectangular Midwater Trawl (RMT1) net during summer 1992-93. Results demonstrate that a net of mesh 4.5 mm used in previous studies underestimates total copepod abundance by a factor of 38. The abundance of the smaller species has been underestimated the most. New estimates of copepod biomass indicate that copepods represent approximately 27% of krill biomass. Copepod and krill distributions are shown to be discrete and the copepod distribution is compared with environmental and chlorophyll *a* pigment data. This study provides fine scale estimates of abundance for the dominant Antarctic copepod species in Prydz Bay. These figures can be used to reassess data collected previously with the RMT8 net in this region thereby heightening our knowledge of copepod abundance and their contribution to zooplankton biomass in the East Antarctic.



南極のノトセニア亜目の魚類 *Harpagifer antarcticus* Nybelin の水槽内での繁殖

## Reproduction of Antarctic Notothenioid Fish (*Harpagifer antarcticus* Nybelin) in the Aquarium

平野保男、松田乾、渡辺格郎（名古屋港水族館）

Y. Hirano, T. Matsuda and K. Watanabe (Port of Nagoya Public Aquarium)

Port of Nagoya Public Aquarium has been rearing Antarctic marine fishes and invertebrates from King George Island, South Shetland Islands, Antarctica since 1991. We have observed spontaneous spawning of the spiny plunder-fish, *Harpagifer antarcticus*, in the aquaria every year since 1994, and we have been rearing the larvae. At present, we have been rearing them for over 2 years. The larvae and juveniles are kept in 30 liters and 100 liters polycarbonate tanks. We fed them enriched *Artemia* nauplii mainly. As their growth, we fed them cultured *Artemia* nauplii and artificial diet. Hatching was observed mainly at night 120 to 145 days after spawning. White and Burren (1992) reported the eggs in a clutch usually hatched near-synchronously with 80 % hatching within 24 hours, but we observed hatching continued for 3 to 4 days. The larvae are phototaxis, we observed them gathering under the light of the tank. The parent fish took a larva which lay down at the bottom within its mouth, swam up near the surface and vomited the larva. Then the larva started to swim. 50 days after hatching, some larvae settled, and 100 days after hatching, almost all the larvae settled.

【はじめに】名古屋港水族館では 1991 年からサウスシェトランド諸島キングジョージ島で生物の採集を行っている。1993 年に採集された *Harpagifer antarcticus* の水槽内での産卵は 1994 年から毎年確認されている。その孵化仔魚の育成を行い、繁殖個体の飼育を 2 年以上継続している。

【方法】親魚の飼育は、約 0℃ に設定された 60×60×36 cm 水槽で行われている。産卵基質として塩ビ製の継ぎ手を使用した。親魚の餌料はアジ、イカ、エビのミンチを週 2 回飽食量を投餌した。総合ビタミン剤とビタミン E を隔週に、1 回添加した。

仔稚魚の飼育は 30 ㍓または 100 ㍓のパンライト水槽を使用した。餌料は栄養強化したアルテミアを主として与えた。投餌したアルテミアが低水温により仮死状態となり沈下するのを防止するために、飼育水槽内には常時水流を起こした。成長に伴い、養成アルテミア、配合飼料を与えた。

【結果】親魚は産卵後、卵を保護するのが観察された。孵化は産卵後 120 から 145 日に主として夜間にみられた。White(1992)らは、1 日で 80% 以上が同時に孵化するを報告しているが、当館では、3～4 日間にわたり孵化が継続した。孵化仔魚の全長は約 10 mm であり、White(1992)らの 8 mm より大型であった。孵化仔魚は強い正の走光性が見られ、照明下に蟄集するのが観察された。親魚が孵化直後に水底に沈んでしまった仔魚を口に含み水槽の中層まで泳ぎ上がり、吐き出す行動が見られた。孵化後 50 日令前後から着底し始める個体が見られ、約 100 日令ではほぼ着底期に移行する。

1994 年産卵群が 4 個体、1995 年産卵群が 25 個体稚魚まで育成でき、現在飼育を継続している。



南極リュツォ・ホルム湾沖から採集した深海性ヨコエビ *Eurythenes gryllus* の  
鰓の微細構造

Gill ultrastructure of a deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus* collected from the water  
off Lützow-Holm Bay, Antarctica

松政正俊（岩手医大生物），菊池進（岩手医大生物），竹内一郎（東大海洋研）

M.Matsumasa (Iwate Med.Univ.), S.Kikuchi (Iwate Med.Univ.), I.Takeuchi (Univ. of Tokyo)

In the course of our comparative study on the microstructure of amphipod gills, it was found that a deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus* possesses a patch-like, unique tissue area (PLA) around the afferent blood vessel of the gill. The PLA was first described in two brackish species by Kikuchi & Matsumasa (1993) as a type of osmoregulatory tissue. A similar tissue has also been found in an additional 10 species of 6 genera collected from marine shallow waters, supralittoral areas, and fresh-water ponds. Among the amphipods examined, only *Sternomoera japonica*, the distribution of which is limited to the fresh-water seepage flows in forests, lacks the organ. The finding of PLA in *E. gryllus* from the deep sea confirms a wide-spread occurrence of this organ in amphipod species of different genera, and suggests that its function is also necessary for life in the deep-sea environment.

多様な環境に広くみられる分類群は，それぞれの種の特性の比較という方法によって，生物の環境への適応様式を探る興味深い対象となりうる．そのような分類群の1つとして，深海から陸域まで分布する端脚類（甲殻類）も位置づけることが出来る．甲殻類の鰓は呼吸機能のほかに能動的にイオンの吸収・排出を行うことによって体液浸透圧調節やアンモニアの排出を担うことが知られている．従って，彼らの生息する環境，特に塩分環境や陸環境への適応様式を考える場合には，鰓の機能を無視することはできない．一方，甲殻類の鰓の機能と鰓上皮の超微細構造との関係は，Gilles and Pequeux (1985) をはじめとする精力的な研究によって明らかにされてきており，鰓の微細構造の形態学的検討はその機能を推定する有効な手法の1つとなっている．ここ数年，我々は端脚類の鰓の微細構造の比較形態学的検討を進めてきており，その中で深海性の端脚類 *Eurythenes gryllus* の入鰓血管部に汽水性の端脚類で最初に見つけられた塩類細胞様の特異な細胞からなる部位（PLA; Kikuchi and Matsumasa 1993）を見い出した．本報告では，この PLA の組織の微細構造を主鰓葉部の上皮組織のそれとともに示す．検討に供した *E. gryllus* は，JARE-35 St.L1 (67.43° S, 39.08° E) の水深 3186m より近底層式ベイトトラップによって1993年12月19日に採集された個体であり，採集直後にその鰓を3%グルタルアルデヒドで固定した．この固定標本を脱水・樹脂包埋したのち薄切・染色し，鰓の微細構造を透過型電子顕微鏡（日立 H7100）で観察した．入鰓血管部の細胞は基底側細胞膜の陥入が著しく，かつミトコンドリアが豊富であり，これまでに十数種の端脚類で確認された PLA と共通の特徴を示した．今回，PLA が深海性の *E. gryllus* に見いだされたことは，この組織が端脚類に広く共通して存在することを裏付け，その機能は深海環境においても不可欠であることを示唆する．

【参考文献】

- Gilles R, Pequeux A (1985) Ion transport in crustacean gills: Physiological and ultrastructural approaches. In Transport Process, Iono- and Osmoregulation (eds Gilles R, Gilles-Baillien M) pp. 136-158. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Kikuchi S, Matsumasa M (1993) The osmoregulatory tissue around the afferent blood vessels of the coxal gills in the estuarine amphipods, *Grandidierella japonica* and *Melita setiflagella*. Tissue Cell 25: 627-638

## ケルゲレン諸島周辺海域で行われた底延縄試験操業混獲魚類

By-catch fishes collected during the exploratory fishing carried out  
in the vicinity of the Kerguelen Islands

岩見哲夫 ・ 沼波秀樹 ・ 澤井三由子  
(東京家政学院大)

Iwami, T., Numanami, H. and Sawai, M. (Tokyo Kasei Gakuin University)

The shelf zone of the Kerguelen Islands is one of the major fishing grounds for *Dissostichus eleginoides*. In 1996, an exploratory long line survey for *D. eleginoides* were carried out by F/V No.22 Anyo Maru in the slope area of the Kerguelen Islands. A total of 152 specimens belonging to 6 families and 10 species were brought back to Japan as selected samples of by-catch fishes. Based on these by-catch samples, fishes of the Rajidae and Moridae could be recognized as relatively abundant groups though they were not collected quantitatively. The 10 species are clearly divided into following two groups by the depth distribution pattern: At <1000m depth; *Lepidonotothen squamifrons*, *Muraenolepis marmoratus* and *Bathyraja* spp., and at >1000m depth; *Etmopterus* sp., *Antimora rostrata* and *Macrourus* spp. In some taxonomic groups, the Squalidae, Rajidae and Macrouridae, problems on species identifications in the previous records were confirmed.

【はじめに】 南大洋の底魚資源は著しい減少の方向にあり、CCAMLRの監督下で各国は適正な資源利用を目指している。日本はこれまでCCAMLR管理海域内での商業的底魚漁業は行ってきていないが、今回、1996年2-4月にかけて日本の企業船第22安洋丸によるマジェランアイナメ *Dissostichus eleginoides* を対象魚種とする底延縄の調査操業が行われ、その際混獲された魚類の一部を調べる機会を得た。本調査では、混獲魚類の定量的解析を目的としたものではなかったが、詳細な混獲状況は把握できなかったが、各混獲魚種についていくつかの興味ある知見が得られたので、これを報告する。

【結果・考察】 混獲魚類として持ち込まれたものはツノザメ科1種12個体、ガンギエイ科4種53個体、ムレノレピス科1種6個体、チゴダラ科1種40個体、ソコダラ科2種26個体、ノトセニア科1種15個体の、計10種152個体であった。

混獲魚類を全量持ち帰った訳ではないので、上記個体数は必ずしも混獲量比を反映していない可能性があるが、ガンギエイ科魚類とチゴダラ科魚類が多くを占めている

という傾向は認められるものと思われた。これらの魚類を採集深度との関係で検討してみると、水深1000m以浅で、600m前後の深度帯を分布の中心とする *Lepidonotothen squamifrons*, *Muraenolepis marmoratus*, そして *Bathyraja eatonii* をはじめとするガンギエイ類と、これらの魚種よりもより深い水深1000m以深の深度帯を中心に出現する *Etmopterus* sp., *Antimora rostrata*, ソコダラ科2種とがあり、各分類群ごとの生息深度のパターンが明瞭に認められた。

また、いくつかの種類については分類学的問題点が認められた。例えば、南大洋で確認されているサメ類は3種であるが、そのうちツノザメ科については *E. lucifer* として1個体が報告されているのみである。しかしながら、今回、12個体のツノザメ科魚類を調べた結果、上記種類とは考えにくい特徴が確認され、従来の報告に対して疑問が出てきた。同様の分類学的問題点はガンギエイ科1種、ソコダラ科1種についても認められており、ケルゲレン諸島周辺の水深1000m以深の斜面域の魚類相については、さらに詳細な調査を要するものと思われた。

## 冬期における昭和基地周辺の底生性端脚類の動態 Fluctuation of benthic amphipods in the coastal water near Syowa Station, Antarctica.

沼波秀樹(家政学院大)・竹内一郎(東大・海洋研)・星合孝男(極地研)

NUMANAMI, H. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.), TAKEUCHI, I. (ORI) and HOSHIAI, T. (NIPR)

A series of the baited trap sampling was carried out at a site in the Kita-no-seto Strait, Syowa Station, Antarctica from March to December 1982. In the limited period of winter, between early May and end of September, benthic amphipods consisting of *Abyssororchomene plebs*, *A. rossi*, *Pseudorchomene coatsi* and an unidentified species (Amphipoda sp.). Among them *A. rossi*, *A. plebs* and *P. coatsi* were frequently caught but as for the individual number of collected amphipods *A. rossi* was extremely high, 3873 inds. (81.2% of total catch), followed by *P. coatsi* (611 inds. : 12.8%) and *A. plebs* (280 inds. : 5.9%). Only four individuals of Amphipoda sp. was collected.

底棲の腐肉食性動物の内、個体数の多い端脚類は、魚類やペンギン類等高次捕食者の餌料になり、沿岸域の生態系の中でも重要な位置を占めていると考えられる。1982年冬期のトラップ調査によって採集された標本を基に、これまでほとんど情報が無い定着氷下における底生性端脚類の個体群の季節変動について報告する。

【材料・方法】採集は1982年5月24日～10月10日に昭和基地(69°00'S, 39°35'E)の北方の北の瀬戸で行った。採集にはトラップロが上面にある竹製の籠(ツブ籠)を使用し、マアジ、ブリなどの魚類を餌とした。トラップは基本的に毎日引き上げて採集物を取り出し、餌を換えて再設置した。採集地点は水深10 m、底質は砂質で、ほぼ周年にわたり定着氷に覆われていた。採集物は現地で70%エタノールで固定し、帰国後、選別した。

【結果・考察】計115回の採集を行い、4種4768個体の底生性端脚類が出現した。種別の出現個体数は*Abyssororchomene rossi*が3873個体と全体の81.2%を占め、著しく卓越した。次いで*Pseudorchomene coatsi*が611個体(12.8%)と多く、*A. plebs*が280個体(5.9%)、Amphipoda sp. が4個体(0.1%)であった。また*A. rossi*、*A. plebs*、*P. coatsi*の採集頻度は高く、各々77回、61回、66回採集された。1回に採集される個体数は、5月下旬から7月中旬にかけて少なく、100個体以上採集された日は2日だけであった。しかし7月中旬から個体数が著しく増加し、7月16日には524個体、同29日には最多の662個体が採集された。このような個体数の多い状態は、8月下旬まで続き、9月以降はほとんど採集されなくなった。また種別では、5月下旬から6月下旬の期間において初めに*P. coatsi*が多く出現し、次いで*A. rossi*、*A. plebs*の順に増え、各々のピークは重ならない。7月中旬から8月上旬では、*A. rossi*が著しく卓越するものの、同時に他の2種の個体数も増加した。しかし、8月中旬以降は*A. rossi*だけが大きく出現し、他の2種は減少した。

冬期に端脚類が大量に採集される原因として、一次生産の減少にともなう食性の変化が考えられる。しかし、1967年に同じ海域で、同型のトラップを使用して採集を行っているが、底生性端脚類が大量に採集されたのは今回が初めてである。また今回の標本には抱卵個体も多数出現するので、個体数の変動と生殖時期との関連についても考察する。

南極海からベイトトラップを用いて採集された、第2下顎に特殊な感覚毛を持つカラヌス目カイアシ類—その分類、分布と摂餌生態

Calanoid copepods (Crustacea) with sensory setae on maxilla collected using baited traps from Antarctic Sea, with reference to taxonomy, zoogeography and feeding ecology

大塚攻 (広大生物生産)、竹内一郎 (東大海洋研)、谷村篤 (極地研)

S. Ohtsuka (Hiroshima Univ.), I. Takeuchi (Univ. of Tokyo),  
A. Tanimura (NIPR)

Two calanoid copepods, Xanthocalanus gracilis Wolfenden, 1911 (Family Phaennidae) and Tharybis magna Bradford & Wells, 1983 (Family Tharybidae) collected with baited traps were redescribed from the Antarctic Sea with some scanning electron microscopic observations. These two species seem to be broadly distributed in the Antarctic waters. The taxonomy of the five families Diaixidae, Parkiidae, Phaennidae, Scolecitrichidae and Tharybidae with sensory setae on the maxillae is discussed. The morphological and ecological data on calanoids with such maxillary sensory setae strongly suggest that they are regarded as scavengers and/or detritivores.

【はじめに】カラヌス目カイアシ類の食性は従来考えられてきたよりも複雑で、粒子食者と考えられていたものでも頻繁に肉食を行い、肉食者でも捕食の対象になる動物が属あるいは種によって異なり、極端な場合には尾虫類のみを専食する属もある。また、深海あるいは近底層にはデトリタスを主食とするものが繁栄しているが、その摂餌生態、摂餌器官を詳細に研究した例はほとんど皆無に近い。今回は、1993年12月から1994年2月にかけて南極海において、魚の切れ身を餌にして海底に設置した二種類のベイトトラップを用いて採集されたカラヌス目カイアシ類2種の再記載を行い、感覚器官である第2下顎の感覚毛を走査型電子顕微鏡で観察した。この2種の分類、分布、摂餌生態について議論をした。

【方法】1993年12月から1994年2月に、Lützow-Holm Bayの水深171-659 mにおいて、魚の切れ身を餌とした二種類のベイトトラップを設置して、7-24時間後に回収した。

【結果と考察】浮遊性カラヌス目カイアシ類 Xanthocalanus gracilis Wolfenden, 1911と Tharybis magna Bradford & Wells, 1983の成体雌ならびにコペポディッドV期雌雄、合計26個体が採集された。両種とも原記載以外にほとんど報告がなく、前者の原記載は非常に簡素なものであるため詳細な再記載を行なった。分布に関しても過去の知見は少ないが、両種とも南極海に広く分布するものと思われる。これらの2種はそれぞれ別な科であるPhaennidae、Tharybidaeに属するが、共通して第2下顎の底節、基節、内肢にいくつかの異なるタイプの感覚毛を持つ。走査型電子顕微鏡でこの感覚毛を観察した。このような感覚毛を持つカラヌス目カイアシ類は、現在、5科が知られるが、分類的な混乱も多い。口器付属肢、胸肢の形態、第2下顎内肢の感覚毛の構成が科の認識には重要で、Diaixidaeは科としては十分な特徴を持つが、他科のいくつかの属は第2下顎の感覚毛のタイプを再観察し、所属する科を再検討する必要がある。これらの科はデトリタス食性が強いことが一部の属で実証されていたが、今回の結果から腐食性の性質も確認できた。



## CHOLINERGIC CARDIAC RESPONSES OF ANTARCTIC FISHES TO SUBZERO TEMPERATURES

BASTOS-RAMOS, W. P.\* ; GONÇALVES, N. M.\*\* and BACILA, M.\*\*.

Universidade Estadual Paulista (Unesp), S. Paulo; \*\* Universidade Federal do Paraná, Paraná. Rua Francisco Jose Longo, 777, S. José dos Campos, S. Paulo, Brazil. Cep 12.243-000. Fax (012)341-8182

Antarctic fishes present an unique model of survival at temperatures next to the freezing point of sea water, thermal conditions which would be lethal for all other fishes. The positive death temperature is remarkably low, that is, 6-10°C, the lowest temperature of heat death known for other animals. Enzymatic adaptations to a so rough environment supposes a high degree of specialization. A question arises about the thermal optima and thermal limit for enzymatic function which allow appropriate biochemical and physiological performances. Cholinesterase activity is critical for synaptic transmission, acting in a number of vital neuroefector synapses. **Proposition.** It was intended to study the influence of changing of temperature, that is from positive 2.0°C to negative 1.8°C on serum cholinesterase activity, in Antarctic fishes, in acute experiments, and observe parallel cardiac and respiratory performances. **Material and Methods.** It was used 19 *Notothenia neglecta* and 2 *Chaenocephalus aceratus* ("ice-fish") caught at 80-100 m depth, in the Admiralty Bay, Antarctic Brazilian Station "Comte. Ferraz". To the experiments the fishes were surgically prepared to register of electrocardiogram and intra abdominal injection of drugs and kept for 3 hours in aerated marine water, temperature controlled, monitored for the presence of nitrites. Blood serum cholinesterase was assayed by technique of Dietz et al (1973) and proteins determined by Lowry (1961) method. Cardiac responses were registered and respiration monitored every 10 minutes. **Results and conclusions.** Dropping of temperature significantly lowered cholinesterase activity and caused bradycardia, down to 3-4 beats min<sup>-1</sup> which was inhibited by atropine. During bradycardic episode, epinephrine and atropine injected into abdominal cavity could be absorbed and elicit responses within a 5 minutes interval. Respiratory rate was not influenced by temperature. It was concluded that such severe bradycardia is an active response, cholinergic in origin, since it is related to the lower cholinesterase activity at and is inhibited by atropine.

Connection between type of development and type of  
distribution of Antarctic brittle-stars

I.S.Smirnov

(Zoological Institute, St.Petersburg, Russia)

The nineteen main types of area/distribution have been established on the analysis of distribution of 93 antarctic and subantarctic ophiuroids species (Smirnov, 1994).

Connection between various types of distribution and type of reproduction for antarctic ophiuroids was investigated.

The largest number of known viviparous species is found with Low Antarctic and Notal-Antarctic types of distribution.

This implies a large influence of the West Wind Drift not only on distribution of brittle stars in the Southern hemisphere, but also on formation of viviparous species, which have not floating larvae, which the current could carry in the open ocean from the narrow subantarctic island shelves.



Symbiotic relations of polar ophiuroids in connection  
with history of formation of faunas.

I.S.Smirnov

(Zoological Institute, St.Petersburg, Russia)

Owing to abundance in various biocenoses Antarctica and the Subantarctic brittle-stars play an essential role in functioning of communities of cold and temperate waters of a Southern hemisphere (Koltun, 1964; Dearborn, 1972, 1977; Smirnov, 1984, 1990 and others). The special interest presents symbiosis of these animals with sponges and hydroids, which is marked so far only in antarctic waters (Smirnov, Stepanjants, 1980, Smirnov, Koltun, in press). In our collections are available specimens of *Ophirolepis gelida* and *O. brevirima* with putting up on them sponges *Iophon radiatus* and specimens of *Theodoria relegata* with *Hydractinis wallini*. Despite on disputeness of the statement, on the basis of viewing big material, there is the impression, that quantity of symbionts at antarctic ophiuroids (not on number of species, but on a degree of abundance) in Antarctica considerably is higher, than in Arctic. That lets to state the assumption of youth of simbiotic connections at arctic brittle-stars or general impoverishness of young arctic fauna. That indirectly confirms later formation of Arctic fauna, shown by the other authors.

Creation of computer data bank and identification keys  
for investigation of marine polar faunas.

I.S.Smirnov, A.L.Lobanov, M.B.Dianov, A.V.Smirnov  
(Zoological Institute, St.Petersburg, Russia)

At the Zoological Institute collection on Arctic and Antarctic faunas counts more than 500,000 specimens. Russian scientists have sampled more then 14,000 stations in Arctic seas and more then 1,000 stations in Antarctic. Five years ago we have started creation of a computer data bank of collections.

The organization of faunistic databank has the main problem as reflection of biological variety of group or classification of taxa (for example account of synonyms). For storage of taxonomic information the next approach was used. It consists in creation of independent from other databases computer taxonomical classifier (Lobanov, Sergeev, 1986; Zaitsev, Lobanov, 1993; Scarlato, Starobogatov, Lobanov, Smimov, 1994). The classifier enables to operate with any number of taxonomical categories (for example not frequently used Legio, Cahors, Infraordo, Section, etc.). Other important advantage of classifier using is opportunity to not change contents of working databases (on geographical distribution, ecology, collections, bibliography and other) during the changes in systematic and nomenclature of investigated species group.

Using of the created polar ophiuroid classifier has let to develop a databank, consisting of 4 data bases: 1. The classifier (nomenclature of brittle-stars, about 200 species). 2. Data base of stations with data on geography, depth, bottom and other parameters (about 15,000 stations). 3. Data base of findings - short records about met of a certain species on given station. 4. Collection data base, connecting the numbers of finding with collection data.

With help computer system BIKEY an identification key for arctic ophiuroids was created. Multientry illustrated key allows to identify both whole animals so fragments of ophiuroid body.

The method of creation data bank on polar ophiuroids can be applied to any group of marine animals and algae. It's necessary to note the important role in creation of similar databanks for environmental monitoring and storage of ecological information for studing of long-term changes in polar ecosystems.

## Biodiversity of bottom invertebrates in the eastern part of the Weddell Sea, Southern Ocean

B.I.Sirenko, I.S.Smirnov, W.Arntz  
(Zoological Institute, St.Petersburg, Russia;  
\* AWI, Bremerhaven, Germany)

Knowledge of taxonomic biodiversity whole fauna of each community is necessary for the best comprehension of regularities of ecosystems function. Comparison of taxonomic biodiversity between different areas gives additional opportunity for explanation of peculiarities of each regions. Taxonomic biodiversity for whole fauna of eastern Weddell Sea was not studied during previous expeditions (Voss, 1988; Arnaud et al, 1990).

The principle goals of investigations were: 1) to estimate the number of species of each group of animals for each group of animals in each trawl catch; 2) to definite peculiarities in distribution of taxonomy biodiversity in different regions of the eastern Weddell Sea; 3) to compare taxonomy biodiversity of bottom invertebrates in Antarctic and Arctic.

The most of species with small size (molluscs, crustaceans, different worms and small echinoderms) sometimes 15-25 per cent from whole number of species were selected from material retained by the least sieve. Besides of trawls the material from other gears (Rauscher's dredge, GKG, MG) were washed, sieved, sorted and fixed for future identification on the land.

The trawl catches were concentrated in two regions: near Kapp Norvegia and to south-western of Vest Kapp. The differences in the topography of these regions and perhaps differences in hydrology are a cause of differences in species distribution.

For the region of south-western of Vest Kapp we have a classical distribution of taxonomic biodiversity. At first number of species increases from 163 to 202 (from 246 to 446 m depth) than decreases from 202 to 69 species (from 446 to 1538 m). It is very interesting to notice that the taxonomic biodiversity are approximately the same (196-202 species per 1 trawl catch) for three trawl catches (GSN-8, GSN-5, GSN-10, at depth from 446 to 468 m). Three groups of invertebrates (polychaets, crustaceans and ascidians) give main increase of species number in these depths.

Other distribution of species of invertebrates is typical for the region of Kapp Norvegia. The presence of deep depression of bottom near shore rather complicate the picture of biodiversity in the region. The most species biodiversity (283) is on the nearest to shore slope of the depression on depth 504 m. Rather poor fauna (only 90) inhabit on the bottom of depression on muddy ground with rare stones. Further off shore the biodiversity increases up to 244 species (254 m depth) and than gradually decreases up to 179 species together with increasing of depth (634 m depth). The lowest biodiversity of invertebrates (51 species) from the trawl catch which was took to the north of Atka Bay at 2300 m depth (AGT-12) adds the picture of distribution of biodiversity rather well.

The fauna of the bottom of depression has some species which are absent or rare in other part of shelf. The depression is really "pseudobathyal" according to the terminology of Andrijashev (1977).

It is interesting to compare the data on taxonomic biodiversity of the Weddell Sea as a typical region of Antarctic with the biodiversity of the Laptev Sea as typical region of Arctic (Rachor et al, 1994). The differences are both in quantity of species and in composition of different groups of invertebrates. Maximum number of species per catch for the Weddell Sea (283) is in 3 times more than the number of species of the Laptev Sea (80 species).

The differences were caused by various reasons: 1) by predominance of grounds with great number of pebbles and stones in the Antarctic shelf whereas in Arctic muddy grounds are dominated; 2) by absence of Antarctic river runoff which is very important in Arctic, because it brings both fresh water destructured for genuine marine fauna and great quantity of fine sediments; 3) by presence strongstreams along coast which hinders an accumulation of fine sediments on the most part of Antarctic shelf.

It is necessary to note that in the Weddell Sea species biodiversity on muddy grounds which are accumulated into depressions of the shelf and on slope has 51-90 species which is rather similar with the most number of species per one trawl catch in the Laptev Sea.

## 繁殖期におけるコシジロウミツバメの体組成の変化

## Body composition of breeding Leach's Storm-petrels

新妻靖章、高橋晃周（北大農）、羽山伸一（日獣大野生）、綿貫豊（北大農）

Niizuma, Y., A. Takahashi (Hokkaido Univ.), S. Hayama (Nippon Vete. and Anim. Scie. Univ.), and Y. Watanuki (Hokkaido Univ.)

Birds show pronounced variations in body mass in association with breeding, which is a high energy expending process. They must continuously adjust their behavior and physiology to change in energy expenditure. Breeding Leach's Storm-petrels' (*Oceanodroma leucorhoa*) mass and stored energy decreased significantly progressing breeding stages. But birds for rearing chicks kept energy enough to starve for one or two days. This result suggests that breeding birds should not receive stress fed their chicks but keep their nutritional condition.

はじめに：鳥類にとって、繁殖はエネルギー消費量が高く、特に育雛期においてその消費量が大きくなることが知られている。コシジロウミツバメ (*Oceanodroma leucorhoa*) の場合、繁殖への投資は雌雄ほぼ同程度であり、抱卵期において約3日交替で卵を暖め、育雛期においては1日交替で雛に餌を与える。したがって、親鳥は抱卵期には3日間の絶食（卵を暖めるため）をするが、育雛期になると自らの身体の維持のためと雛の成長のためのエネルギーを得なければならないことになる。このような抱卵期から育雛期にかけてのエネルギー消費量の変化に対して、親鳥が行動的、生理的にどのようにして対処しているかは興味深い。

方法：本研究は、1995年6月から9月に、北海道大黒島でコシジロウミツバメ繁殖鳥を抱卵期に7羽、育雛期に12羽を過麻酔によって捕殺した後、冷凍標本とした。これら繁殖鳥の栄養状態を調べるため、血清自由脂肪酸及び尿酸濃度、体組成を分析した。

結果：抱卵期から育雛期にかけて繁殖鳥の体重と蓄積脂肪量ともに有意に減少したが、体重の軽い育雛期の繁殖鳥でも約1日半は何も食べずに、過ごせるだけの脂肪を蓄積していた。また繁殖ステージの異なる親鳥において、血清自由脂肪酸及び尿酸濃度の値も同じであり、繁殖鳥は代謝エネルギーとして同じ基質を使用していたことが明らかになった。

考察：以上の結果から、コシジロウミツバメの繁殖鳥は繁殖期の進行にしたがって、その体重を減少させるが、自らの栄養状態を損なうことはなく、エネルギー消費量の増加（雛への給餌）に対して、大きく影響を受けていないことが示唆される。

## アオメウの採餌および繁殖行動の性差

## FORAGING BEHAVIOR OF MALE AND FEMALE KING CORMORANTS

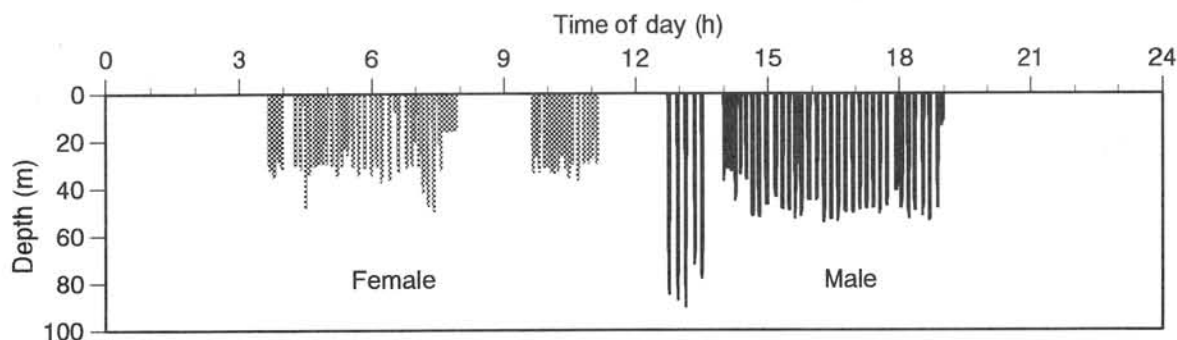
加藤明子（極地研）、黒木麻希（東大海洋研）、綿貫豊（北大農）、  
ピーター・ショネシー（CSIRO, オーストラリア）、内藤靖彦（極地研）

Akiko KATO\*, Maki KUROKI, Yutaka WATANUKI,  
Peter D. SHAUGHNESSY(CSIRO, Australia) & Yasuhiko NAITO

Sexual dimorphism is present in numerous species of seabirds and it may cause sexual differences in foraging behavior. King cormorants (*Phalacrocorax albiventer*) are foot-propelled benthic-feeding divers and show sexual size dimorphism (body mass of males were 14% larger than females). Sexual differences in foraging ecology of king cormorants rearing chicks were studied at subantarctic Macquarie Island. Females dived mainly in the morning and males in the afternoon. Mean dive depth, duration and bottom time for males ( $30.6 \pm 16.9$  m,  $108.3 \pm 54.7$  s,  $74.2 \pm 41.7$  s) were greater than for females ( $12.6 \pm 10.7$  m,  $56.4 \pm 42.6$  s,  $42.0 \pm 32.5$  s). The mean number of dives per day for females ( $135 \pm 91$  dives/d) was higher than for males ( $68 \pm 20$  dives/d). As a result, daily dive time (male:  $123 \pm 16$  min, female:  $108 \pm 44$  min) and daily bottom time ( $84 \pm 14$  min,  $81 \pm 36$  min) were not significantly different between sexes. Both male and female cormorants fed on demersal fish, but males tended to feed on larger fish. These suggested that male king cormorants could have higher capacity of diving because of their larger body size and that females compensated for their shallower diving depths and smaller prey with more frequent dives.

一般的に体サイズが大きい肺呼吸潜水動物ほど潜水の深度は深く時間は長くなる傾向が知られている。したがって体サイズに性差のある潜水性海鳥では、それが採食行動の性差の原因となっている可能性がある。亜南極のマッコリー島で繁殖するアオメウ *Phalacrocorax albiventer* は脚を使って潜水し、海底近くで餌をとると考えられており、オスの体重はメスに比べて約14%重い。我々はマイクロデータロガーを用いて潜水行動を調査し、また同時に餌生物、営巣地での行動を観察して、育雛中のアオメウの採餌生態における性差を明らかにした。

オスは午前中は営巣地でヒナのガードをし、午後から採食に出かけることが多かった。メスはその反対で主に午前中採食し、午後は営巣地で過ごした。また一回の潜水はオスメスともに一気にある深度まで潜り、そこでしばらく過ごした後、また一気に浮上するというパターンを示した。平均潜水深度、潜水時間、bottom time はともにオスの方がメスよりも大きかった（オス： $30.6 \pm 16.9$  m,  $108.3 \pm 54.7$  s,  $74.2 \pm 41.7$  s、メス： $12.6 \pm 10.7$  m,  $56.4 \pm 42.6$  s,  $42.0 \pm 32.5$  s）。メスの1日の平均潜水回数（ $135 \pm 91$  回/日）はオスのそれよりも多かった（ $68 \pm 20$  回/日）。その結果、採餌努力量の指標となりうる1日の総潜水時間（オス： $123 \pm 16$  min、メス： $108 \pm 44$  min）および実質的な採餌時間である総bottom time（オス： $84 \pm 14$  min、メス： $81 \pm 36$  min）には性差がなかった。オスメスともに底層生の魚を主な餌としているが、オスの方がメスよりも大型の魚を多く食べる傾向があった。これらのことからアオメウのオスはメスよりも体サイズが大きいためにより長く深く潜水することが可能であり、大型の魚を捕食できる。一方メスは高い頻度で潜水し多くの小さい魚を食べることによって、その短く浅い潜水を補っていると考えられる。



Diving record of male and female king cormorants on 3 January 1994.



ウトウの成長，給餌量の日変動，年変動について

**The daily and annual changes of the chick growth and the food provisioning of  
*Rhinoceros Auklets (*Cerorhinca monocerata*)***

黒木 麻希<sup>1</sup>，高橋 晃周<sup>2</sup>，加藤 明子<sup>3</sup>，塚本 勝巳<sup>1</sup>，内藤 靖彦<sup>3</sup>，綿貫 豊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学 海洋研究所，<sup>2</sup>北海道大学 農学部，<sup>3</sup>国立極地研究所

M. Kuroki<sup>1</sup>， A. Takahashi<sup>2</sup>， A. Kato<sup>3</sup>， K. Tsukamoto<sup>1</sup>， Y. Naito<sup>3</sup>， Y. Watanuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univ. of Tokyo Ocean Res. Inst.， <sup>2</sup>Hokkaido Univ. Agr.， <sup>3</sup>NIPR

To examine the patterns of chick provisioning and chick growth in Rhinoceros Auklets breeding at Teuri Island, chicks were weighed daily at 5:00 p.m. and 7:00 a.m. during the chick rearing period in 1995 and 1996 and the amount of food fed to the chick was estimated. The chick body mass increased linearly until reaching a peak then decreased or remained stable until fledgling. The amount of food delivered to the chick was highly variable and independent of the chick body mass but decreased after the peak was attained. During the early growth stage the chick size did not allow them to eat all the food brought by the parents at night but they could eat during daylight remainings of food abandoned to the nest. The bill load increased from late May to late June and the diet composition shifted from Sandlance and juvenile Greenling to Anchovy during that period. The daily and annual changes in food mass are discussed in order to determine factors influencing the food provisioning.

【はじめに】多くのウミスズメ科の海鳥の給餌行動は，天候，餌の分布・量，雛の成長段階などの様々な要因によって影響を受けることが知られている．北海道天売島に生息するウトウは，雛の成長と繁殖成功，餌種の年変動があることが報告されている(Watanuki 1987)．しかし，もっと短い時間スケールでの給餌量の変動については，よくわかっていない．そこで，本研究は，ウトウの給餌量の日変動，年変動のパターンを調べ，その変動の要因を明らかにすることを目的としている．

【方法】調査は，1995年と96年に北海道天売島(44°25'N, 141°19' E)赤岩周辺のコロニーで行われた．雛の毎日の成長量と給餌量を調べるため，孵化から巣立ちまで毎日夕方5時と朝7時に体重を計測し，夜間の体重増加量を求めた．一晚の積算給餌量は，比例関係にある夜間の体重増加量から推算した．また，繁殖期間中半月に1回，餌をくわえて帰ってきた親鳥を網で捕獲して，親が一回に持ってくる餌の重量，構成種，数，サイズを記録した．

【結果】ウトウの雛は孵化してから巣立つまで約50日間毎日給餌されており，体重は，巣立ち前0～10日ごろにピークを迎え，その後，多くの場合減少する．給餌量は，孵化してからピーク体重に達するまでは，雛のサイズに関係なく変動するが，巣立ち前は減少する．雛のサイズが小さいとき，夜もらった餌を残しておいて昼間食べる行動が確認された．一晚に親が持ってくる餌量は，雛が成長する5月下旬～6月下旬にかけて増加し，餌の種類も5月下旬～6月上旬はイカナゴ，ホッケの稚魚が中心であったが，6月下旬から7月にかけてはカタクチイワシへと変化した．更に給餌量の日変動，年変動について解析し，親が持ってくる餌量，餌種の変化と比較しながら，その変動に対して影響を与える要因について考察する．

# 海水条件とアデリーペンギンの親の体重変化および雛への給餌量

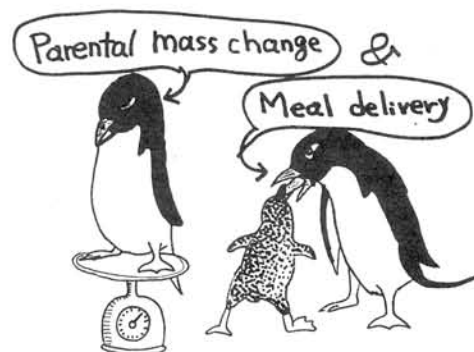
## Parental mass change and food provisioning in Adélie Penguins at colonies with different sea-ice conditions

綿貫豊（北大農）、宮本佳則（東水大）、加藤明子（極地研）、G. Robertson（オーストラリア南極局）、内藤康彦（極地研）

Y. Watanuki (Hokkaido Univ.), T. Miyamoto (Tokyo Univ. of Fisheries), A. Kato (NIPR), G. Robertson (AAD), Y. Naito (NIPR)

Parents of long-lived seabirds (petrel species etc.) adjust food provisioning for the chicks to maintain their own mass by alternating long and short foraging trips. Adélie penguins show great variability in their foraging trip duration depending on season, year and region. Relationships between their trip duration, parental mass change and food provisioning were compared between two areas of contrasting sea-ice condition at the time units of trip duration (1~7 days) and chick rearing (3 weeks; guard to early creche stage). Parents made longer trips with greater meals and larger mass increase at Magnetic I., Prydz Bay in 1992/1993 where sea-ice disappeared than they did at Hukuro Cove, Luzow-Holm Bay in 1995/1996 where fast sea-ice remained. Throughout chick rearing, parents lost mass at a similar rate at both colonies. At both colonies the mass increase rates of broods were greater for parents delivering meals with higher rates, though were not dependent on the rates of parental mass loss. These indicate large individual and regional variations in the foraging efficiency or food allocation pattern.

親の子に対する投資と親の生存可能性のトレードオフは生活史戦略研究の中心的テーマのひとつである。鳥類では、繁殖シーズンにおける親の子に対する保護と親のエネルギー消費量や体重変化が比較的是かりやすいため、成功率と生存率が実際どのように調整されているかというプロセスが研究されている。そのなかで、比較的長生きするミズナギドリ目の海鳥では親の体重をある一定以上に保つように、雛への給餌量を調整する傾向があり、またある種ではその調整は長い採食トリップと短いそれを繰り返すという行動によって達成されていることがわかってきた。



アデリーペンギンは比較的長生きする海鳥で一生に数回繁殖する。彼らは南極大陸周辺の海水ゾーンと密接に結び付いた生活をしており、我々は、海水条件の異なる地域では採食トリップの長さに大きな違いがあることを明かにした。さらに、親の体重変化と雛への給餌量の関係の個体変異と地域差を測定したので報告する。

夏期中も海水に覆われた場所（袋浦、リュツオホルム湾）と夏には海水が流失する場所（マグネチック島、プリッツ湾）で、育雛期中の親の体重変化と雛への給餌を採食トリップ単位（1～7日間）と育雛期間単位（抱雛期～クレイシ前期；3週間）で研究した。育雛期を通じて、親はいずれの繁殖コロニーでも同じくらいの速度で体重を減少させた。ひとかえりの雛の体重増加速度は頻繁に給餌する番で大きかったが、雛の体重増加速度は親の体重減少速度とは関係なかった。単位採食時間あたりの親の体重獲得速度はマグネチック島のほうが袋浦よりも大きかったが、単位採食時間あたり獲得された胃内容物重量は後者で大きく、推定NET ENERGY GAIN RATEはマグネチック島の方が大きかった。これは、採食効率あるいは資源配分パターンの個体差および地域差が大きいことをしめしており、単純なトレードオフは観察されなかった。

1994 年、東南極リーセル・ラルセン半島および梅干岩営巣地  
におけるコウテイペンギンの航空調査

渡辺研太郎（極地研）・  
佐藤壽彦（筑波大・下田臨海実験センター）

Aerial observations of emperor penguins (*Aptenodytes forsteri*) in  
the Riiser-Larsen Peninsula and the Umebosi Rock colonies,  
East Antarctica in 1994

Kentaro Watanabe (National Institute of Polar Research) and Toshihiko Sato  
(Shimoda Marine Biological Station, University of Tsukuba)

第35次南極地域観測隊（JARE-35）越冬中の1994年、昭和基地近くの2か所のコウテイペンギン営巣地を航空機により写真撮影を行い調査した。

リーセルラルセン半島東の営巣地（RLP; 68°48.3'S, 34°23.7'E）は1975年10月に16次隊により発見され、1994年5月から12月にかけて5回調査を行った。もう一方の営巣地は梅干岩の北2-3 kmの海氷上（UR; 68°02.8'S, 43°04.9'E）にあり、1980年11月に21次隊により発見され、1994年8月から11月にかけて4回調査を行った。

成長の個体数の最大値はRLPで約9000羽、URで約600羽であった。営巣地の位置、形は季節と共に変化した。観測隊で得た過去の記録との比較を行う。

Two emperor penguin colonies near the Syowa Station (69° 00'S, 39° 35'E) were visited by an airplane and photographed for counting the individuals during the 35th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) in 1994.

A colony in the east of Riiser-Larsen Peninsula (RLP; 68° 48.3'S, 34° 23.7'E) was discovered in October, 1975 (JARE-16) and revisited on May 9, August 23, September 17, October 15 and December 12, 1994. The colony was situated ca. 500m east of the shelf ice of the peninsula, surrounded by tabular ice bergs and there was open water or newly formed thin ice, 3-4 km north of the colony. The traces of the penguins indicated that they traveled to and from the open water. Another colony (UR; 68° 02.8'S, 43° 04.9'E) a few kilometers north of Umebosi Rock was discovered in November, 1980 (JARE-21) and revisited on August 22, September 15, October 14 and November 12, 1994.

The maximum number of adults was ca. 9000 for the RLP and ca. 600 for the UR. The arrangement of sub-colonies changed with the advance of the season. Chicks became apparent since on the photographs. The populations will be compared with previous records obtained by JAREs.

# キングペンギンの潜水行動に対応した遊泳様式 Swim speed during dive performance in king penguins

佐藤克文 K. Sato\*, 加藤明子 A. Kato\*, 内藤靖彦 Y. Naito\*,  
J.B. Charrassin\*\*, Y. Le Maho\*\*

\* 国立極地研究所 National Institute of Polar Research (日本 Japan),

\*\* 国立科学研究所 Centre National de la Recherche Scientifique (フランス France)

The study was carried out at Marine Bay, Possession Island (46°42'S, 51°90'E, Crozet Archipelago) during February and March 1996. We present data on swimming performance during dive (swim speed, depth, two-dimensional impulsive acceleration, water temperature, stomach temperature) in king penguins *Aptenodytes patagonicus*, obtained using data loggers. PDT (swim speed, depth, temperature) and 2G (two-dimensional impulsive acceleration) loggers were attached on the back of 5 birds during the chick-rearing period. DT (depth, temperature) loggers were attached on the back of 12 birds during the incubating period and all animals were induced to swallow ST (stomach temperatures) logger before departure for the sea. During the daylight hours, the birds made frequent dives (ca. 300m at maximum). The preferred swim speed during dives averaged ca. 2 m/s independently of dive depth, but in the case of dives deeper than 100m, a marked increase in swim speed began before reach to the surface and swim speed continued increasing (3 m/s at maximum) during the latter part of ascending. According to the forward impulsive acceleration data, penguins seem to stop fluttering during the latter part of ascending. This suggests that upthrust was due to the buoyant force instead of propulsive fluttering during the latter part of ascending. During the first part of descending, the forward impulsive acceleration was higher than during other parts of dive. This suggests that penguins fluttered hard against the buoyant force. Body temperature increasing during the first part of descending could be caused by this active fluttering.

[方法] 1996年の2月から3月にかけて、インド洋の亜南極圏に位置するクローゼ諸島のポゼッション島において、繁殖期のキングペンギンを対象に実験を行った。PDT(深度・遊泳速度・水温)記録計と2G(前方向と横方向の瞬間加速度)記録計を育雛期の5個体に装着し、DT(深度・水温)記録計とST(胃内温)記録計を抱卵期の雄雌各6個体に装着した。

[結果・考察] 日中キングペンギンは潜水行動を繰り返し行っており、最も深い潜水で300m、潜水時間8分間程度であった。それぞれの潜水の各部分における、ペンギンの遊泳様式に着目して解析した。潜水中の遊泳速度は、最大潜水深度に関わらず約2m/sではほぼ一定であった。しかし、最大潜水深度が100mを越える潜水の場合、遊泳速度は浮上の途中から水面に達するまでの間に上昇し、潜水によっては3m/sにまで達していた。前方向の瞬間加速度データによると、この急速な浮上中にペンギンは羽ばたきを行っていない様子であった。羽ばたくことなく遊泳速度が上昇しているこの間は、浮力のみによって推進力を得ていると考えられる。一方、潜り始めてからしばらくの間は、潜水の他の部分に比べて前方向の瞬間加速度は大きな値が記録されていた。これは、浮力に逆らって激しく羽ばたいている様子を表していると思われる。日中の連続的な潜水行動の間に、胃内温は10℃近く降下していた。各潜水毎に見ると、胃内温は潜り始めにいくらか上昇し、その後降下し続け、潜水終了時には潜水開始時よりもいくらか低くなるという挙動を示していた。これは胃の中に冷たい餌や海水が入った時の変動とは明らかに異なるものであり、潜水中の代謝が低く押さえられ、放熱速度に比べて発熱速度が相対的に低かったためであると思われる。潜り始めの胃内温上昇は、浮力に逆らう激しい遊泳行動に伴う発熱によってもたらされたのであろう。



人工照明下における *Pygoscelis* 属ペンギン類の飼育下での活動  
Activities of captive pygoscelid penguins in artificial lights

栗田正徳, 川上苗子, 阿久根雄一郎, 近藤幸恵, 渡辺格郎, 内田至 (名古屋港水族館)

M.Kurita, N.Kawakami, Y.Akune, Y.Kondo, K.Watanabe and I.Uchida

( Port of Nagoya Public Aquarium )

We compared year-round activities of captive 3 pygoscelid penguins, *Pygoscelis adeliae*, *P. antarctica* and *P. papua*. This experiment was conducted by exposing them to constant atmosphere and water temperatures at  $-2.0^{\circ}\text{C}$  and  $6.5^{\circ}\text{C}$  respectively. The photoperiod was programmed to follow that of the Antarctica. Under such artificial condition, egg-laying and molt of each species were observed in the same time with wild penguins. We counted number of swimming penguins on every hours all the day once a month and activities were represented as percentage of these. The activity of *P. papua*, characterized sedentary trend, didn't showed annual periodism except breeding and molting seasons; that varied from 30.9 to 54.3%, while that of *P. adeliae*, is migrant, showed annual periodism; the activity was stable among 21.9 and 30.5% except breeding and molting seasons but increased remarkably from August to October to 56.0% and from July to September to 49.7% in 1994 and 1995 respectively.

【はじめに】極地性のペンギン類について、その生態の調査は主に夏期、特に繁殖期において行なわれ、冬期における知見は少ない。今回、我々は人工環境下で飼育されている *Pygoscelis* 属の3種のペンギンを周年観察し、活動、繁殖期、換羽期を野性におけるデータと比較した。

【材料と方法】アデリーペンギン 29 羽、ジェンツーペンギン 26 羽、ヒゲペンギン6羽を対象として観察を行なった。これらのペンギン類は、アデリーペンギンとヒゲペンギンが1990年に、ジェンツーペンギンは1991年、1992年に孵化した個体である。飼育施設は、約 170 m<sup>2</sup> で水量 170m<sup>3</sup> のプールを備えている。室温と水温は周年それぞれ  $-2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $6.5^{\circ}\text{C}$  に設定した。照明は、昭和基地でのデータを基に、月ごとに照度と日照時間を変えた。換羽と繁殖は毎日観察し、記録した。活動状態は1994年4月から1995年12月まで、毎月第3月曜日に観察を行なったが、数値化するために毎時正時にプールで泳いでいる鳥の数を種別に計数し、単位時間当たりの遊泳個体の百分率で表した。

【結果】換羽と繁殖は、3種とも個体差や若干の時期のずれはあるものの、ほぼ野性における周期と平行して行なわれた。今回の活動の観察期間中、換羽は全個体で観察された。繁殖は、ジェンツーペンギンで1994年に7ペア、1995年に6ペア、ヒゲペンギンで1994、1995年にそれぞれ1ペア、アデリーペンギンで1995年に3ペアで産卵が確認された。産卵は早い個体で、アデリーペンギンにおいて5歳、ヒゲペンギンで3歳、ジェンツーペンギンで2歳から始まり、いずれも有精であることが確認された。活動は、換羽個体、繁殖個体の増加に伴い減少した。繁殖期、換羽期を除く活動は、ジェンツーペンギンにおいて 30.9~54.3% の間で変動し、周期性を持たなかった。一方、アデリーペンギンにおいては繁殖期、換羽期を除くと 21.9~30.5% で安定しているが 1994 年には8月~10月にかけて 49.7%、1995 年には7月~9月にかけて 56.0% にまで、それぞれ顕著に増加した。ヒゲペンギンについては周期性は見られなかったが、これは観察に用いた個体数が少なく、個体による行動の差が出たためと考えられた。野性における種間の生態的差異と飼育下で観察された差異について考察する。



飼育下におけるキングペンギンの3成長例  
 Growth of three King penguins *Aptenodytes patagonicus* in captivity

川上苗子, 栗田正徳, 近藤幸恵, 阿久根雄一郎, 渡辺格郎, 内田至  
 (名古屋港水族館)

N.Kawakami, M.Kurita, Y.Kondo, Y.Akune, K.Watanabe and I.Uchida  
 (Port of Nagoya Public Aquarium)

We got three growth patterns (hand-rearing, foster parent-rearing and parent-rearing) of king penguin *Aptenodytes patagonicus* in captivity. We observed particular phenomena during these chick rearings as follows: ① In initial two cases, molt into juvenile plumage finished about 9 and 10 months after hatching. ② In the case of hand-reared chick, the molt into juvenile plumage once stopped when under half of body was finished. After 1.5 months, the molt started again not only remaining chick plumage but also juvenile contour feathers which was grown 1.5 months before. ③ The cases of rearing by parents and foster parents, we observed these parents molt during the chick rearings.

These phenomena may be caused by means of feeding or sufficient food in artificial conditions.

【はじめに】名古屋港水族館では1992年5月30日よりキングペンギン15羽の飼育を開始した。これらの個体はチリ沿岸で捕獲された野生由来の個体で、搬入時の推定年齢は2歳である。1994、95、96各年に同じ雌個体(K14)から産卵された卵から1個体ずつ雛が孵化し、成育した。これらの個体についてその成長過程を報告する。

【方法】産卵された卵は状況に応じて3種の異なった孵卵、育雛を行った。1994年産の卵は親個体が抱卵を放棄した時点で孵卵機に収容し、人工育雛を行った(K16)。1995年産の卵も孵卵機に収容し、嘴打ちの始まった時点で仮親に抱卵させ、その後の育雛もこの仮親に行わせた(K17)。1996年産の個体(K18)は親ペアに自然育雛を行わせた。これらの個体は孵化当日(翌日)から毎日、或いは隔日に体重を測定し、成長に伴いその頻度を少なくし、換羽終了まで行った。また、体重が1kgに達するまでは10日に1回、その後は4週に1回、上嘴峰長と右足底長の測定を行った。雛の摂餌量と、親が育雛したものについては親の摂餌量を孵化当日から雛の換羽終了まで測定した。

【結果】K16は296日令で、K17は275日令で綿羽から正羽への換羽を終了し、両個体とも、換羽終了以前にプールでの遊泳を開始している。また、孵化直後からK17の方が速いペースで体重の増加が見られ、雛時期の最高体重がK16が16.2kgに対し、K17は20.7kg、換羽終了時はそれぞれ12.2kg(終了翌日)、13.4kg(終了4日後)であった。孵化から換羽終了時までの積算摂餌量は、K16が238.6kg、K17とその仮親の合計が706.2kgであった。これらの育雛期間中に、K16では綿羽の換羽が一旦休止し、1.5ヶ月ほど期間をおいた後に再開したが、換羽再開時にそれまで生えていた正羽も抜け落ち新たな正羽が生えてくるといのが現象が観察された。またK17、18では育雛中に親個体の換羽がみられた。このような飼育下特有の事象を、雛の成長パターンや摂餌状況と併せて、それぞれの育雛法、また他の飼育園館や野生における育雛との差異を考察する。

## 飼育下におけるネズミイルカの酸素消費

## Oxygen consumption of harbor porpoises in captivity

大谷誠司（総研大）、内藤靖彦（極地研）、河村章人（三重大）

OTANI, S. (Grad. Univ. Advanced Studies), NAITO, Y. (NIPR), KAWAMURA, A. (Mie Univ.)

In our previous study, harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) dived continuously and made rare long pauses at the surface. They behave in the same way in captivity. Each porpoise was attached with a micro data logger on its dorsal fin and was induced to swallow a stomachal temperature recorder. Oxygen consumption rate was measured in a pool sealed with a dome-shaped vinyl cover under which the animal could breathe. We studied simultaneously their oxygen consumption and diving behavior in captivity to examine how porpoises can repeat dives without long resting periods at the surface. The diving frequency during the recording period averaged 32.8-86.8 times/h, and the total time spent submerged averaged 31.4-45.8 min/h. Oxygen consumption rate tended to be positively correlated with total dive duration. The relationship among oxygen consumption, diving behavior and body temperature will be discussed.

〔はじめに〕これまで鯨類の自然環境下での潜水行動を詳細に調べた例はほとんどないため、潜水に対する生理的な反応についても断片的な情報しか得られていない。このように鯨類の潜水時の代謝量について測定された例は飼育下の個体でもこれまでにほとんどなく、また自然環境下における鯨類の代謝量を直接測定することは、現在のところ非常に困難である。そこで本研究では、潜水時の鯨類の代謝量を調べるために、飼育下でネズミイルカの酸素消費量（代謝量）を潜水行動と共に測定し、潜水行動と酸素消費量の関係について考察した。

〔方法〕1995年、1996年の4月から5月に北海道臼尻沖の定置網により混獲されたネズミイルカの背びれにマイクロデータロガーを装着し、直径6m、高さ1.5mの円形水槽に蓄養した。この水槽を直径5m、高さ1mの円錐形のビニール性ドームで覆い、ドーム内で呼吸するネズミイルカの酸素消費量と潜水行動を同時に記録した。マイクロデータロガーは5秒間隔（1995年）、1秒間隔（1996年）でイルカの潜水深度、遊泳速度を記録する。また体温の変化も代謝量に変化を与えられと考えるので、本年は予備調査としてネズミイルカの胃の中に温度記録計を挿入し、遊泳中の体心部温度も併せて測定した。

〔結果と考察〕飼育槽内での潜水行動は、個体差はあるが昼夜に関係なく繰り返し潜水を行っていた。測定期間中の潜水回数は平均32.8～86.8回/hであった。またこの間の潜水時間は平均31.4～45.8分/hであった。測定期間中の潜水時間が長い方が酸素消費率は低い傾向があった。そのため、繰り返し潜水をすると酸素の消費が抑えられていると考えられた。潜水行動と酸素消費量の関係については現在解析中である。また摂餌によって胃中の温度（体心部温度）が減少するため、その温度減少と酸素消費の関係についても考察する。

## 北海道周辺海域におけるイシイルカの摂餌率

Feeding rate of Dall's porpoise in the waters adjacent to Hokkaido.

大泉 宏, 宮崎信之 (東大海洋研大槌臨海研究センター)

H. Ohizumi, N. Miyazaki (Otsuchi Marine Research Center, ORI, Tokyo Univ.)

We analyzed 30 stomachs of Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*) collected on board of the hand harpoon fishery vessel in the Sea of Japan off Hokkaido in May 1995. Maximum ratio of stomach content weight to body weight (MRSCW) was recorded early in the morning (1.68%), and average RSCW decreased in the day time. This decreasing profile was close to the 8 hour digestion pattern observed in captive dolphins. Therefore, maximum daily digestible food intake is estimated about at 5% ( $\text{MRSCW} \times 24/8$ ) of body weight. This is the value between feeding rate indirectly obtained from accumulation speed of heavy metal in wild Dall's porpoise (2-3%), and directly measured from a captive porpoise (12.5%). Estimated amount of food for single foraging varied with individuals (Ave. 0.37% of body weight, Max. 1.48%, Min. 0.02%). Porpoises seemed to begin feeding when the RSCW was approximately under 1%. However, there was no correlation between weight of fresh food and that of remain which thought to be taken previous foraging.

【緒言】 野生の小型鯨類の食性の研究は各海域で多くの種類について行われてきた。その多くは定性的なものであり、定量的な研究は多くの場合飼育個体で行われてきた。しかし、飼育環境下では摂餌率はしばしば過大に推定される傾向にあると考えられている。本研究では野生のイシイルカの胃内容物量の解析から摂餌率の推定を試みた。

【材料と方法】 解析に用いたのは1995年5月に北海道渡島半島付近の日本海で突きん棒漁業により捕獲されたイシイルカ30頭の第一胃内容物である。これらの胃内容物は全体を計量後、餌生物ごとに区分された。新鮮な餌が発見された場合は種類別に計量した。半消化状態でも体長等が計れる場合には可能な限り計測した。それにより消化前の重量を推定した。イシイルカの体重は体長、胴周囲長から推定した。

【結果】 イルカが採集された5時から14時を便宜的に中間の9:30で分けると、平均胃内容物重量は9:30以前が以後より有意に多かった。これは、イシイルカが全体的には夜間から早朝に摂餌をし、日中は摂餌が少なくなる傾向を示している。このような場合、日中の胃内容物重量の減少は消化作用を反映していると思われる。鳥羽山(1974)はマイルカとバンドウイルカの消化時間は約8時間と報告した。本研究では最大胃内容量は5時頃に記録され(体重の1.68%)、空胃に近いものが多く発見されたのは10時から14時頃にかけてであった。その間約5時間から9時間で、大まかな傾向から言えば、イシイルカの消化時間も鳥羽山の結果に矛盾しないものであった。

満胃状態から空胃状態になるまでにかかる時間を鳥羽山の値である8時間とすると、24時間に可能な消化量は最大胃内容量に対して3倍程度の量、すなわち体重に対して約5%程度と推定された。この値は厳密には摂餌率とは異なるが、野生のイシイルカの重金属蓄積速度から間接的に得られた摂餌率(2-3%)と飼育下のイシイルカの値(12.5%)の間に入るものであった。

新鮮な餌から推測される1回の摂餌量は個体により様々で、最大は体重比で1.48%、最小は0.02%、平均0.37%であった。胃内容物重量から新鮮な餌の重量を除き、摂餌開始時の胃内容物量を求めたところ、どの個体も体重の1%以下になってから摂餌を開始していた。しかし、新しく摂餌される量は摂餌開始時の胃内容物量に関係はなかった。これらのことは、イシイルカはある程度の空腹を感じると摂餌行動が解発されるが、摂餌量は空腹の度合以外の要因で決められてしまうことを示唆している。またこのような場合、現実の1日当たり摂餌回数は変化に富むことが予測された。

## 北極海のデイクソンで調査したワモンアザラシの生物学的知見

A Biological Study on the Ringed Seal, Phoca hispida,  
captured at Dikson in the Arctic

宮崎信之 (東大海洋研), 小山靖弘 (NHK), 佐々木裕之 (北大水),

Stanislav Belikov (All-Russian Res. Inst. for Nature Protect.),

Andrei Boltunov (All-Russian Res. Inst. for Nature Protect.)

N. Miyazaki (Univ. of Tokyo), Y. Koyama (NHK), H. Sasaki (Hokkaido Univ.),

S. Belikov (Russian Res. Inst. ), A. Boltunov (Russian Res. Inst.)

We examined 51 individuals of the ringed seal, Phoca hispida, captured at Dikson in the Arctic Ocean under the Japan-Russia research program during 14 and 27 April, 1995. Body length was 83.2-122.3 cm for females and 90.5-121.2 cm for males, indicating that there was not significant sexual difference in size. Age composition ranged from 0.5 to 10.5 years old with an exceptional female of 19.5 years old. Animals of 2.5- 6.5 years old occurred 78.3 % of the total. Sex ratio (percentage of females to the total) was 18%. These information suggested that the young males less than 10 yeras old mainly migrated into the Dikson area in this season. A mean growth curve of the present samples was in the middle between the mean growth curves of Canada and Alaska samples.

【はじめに】1995年、日本とロシアとの国際共同研究で、北極海のデイクソン周辺に生息しているワモンアザラシの生物調査と生息環境調査を実施した。ここでは、その調査の概要と新たに得られた生物学的知見を報告する。

【材料・方法】本研究では、1995年4月14日～27日の14日間、北極海のデイクソン周辺に生息しているワモンアザラシ 51頭を調査した。年齢は、右下顎犬歯の縦断面薄片 (20-30  $\mu$  m) を脱灰し、ヘマトキシリン溶液で染色した後、象牙質とセメント質の成長層のうち、多い縞数を用いて推定した。

【結果・考察】本調査で得られたワモンアザラシの体長は、雌では 83.2-122.3cm、雄では 90.5-121.2cm で、明瞭な雌雄差は認められなかった。年齢は、19.5歳の雌の1個体を除けば、皆 0.5-10.5歳で、そのうち 2.5-6.5歳の個体が全体の 78.3%を示した。10歳以下の個体の性比 (全体に対する雌の割合) は 18%で、雄が卓越していた。本調査では岸に接近してきた個体を偏りなく採集していることから、デイクソン周辺域には、この時期、10歳以下の若い雄が多く来遊してくることが示唆された。カナダとアラスカ沖で採集されたワモンアザラシの平均成長曲線と比較すると、本研究で得られた個体のそれは両者の中間に位置していた。今後、INSROPの一環として日本とロシアとの共同研究を長期間にわたってしかも組織的に実施することによって、北極海におけるワモンアザラシを中心とした生物相互関係とその環境を明らかにしていきたい。



1995/96年鯨類捕獲調査によるミンククジラ分布  
に対する海洋環境の解析

**Oceanographic Analysis on the Southern Minke Whale Distribution  
Based on the Japanese Scientific Permit Cruise in 1995/96**

永延幹男 (遠水研), 狩野弘昭 (アジア航測),

伊藤喜代志 (環境シミュレーション研), 西脇茂利 (日鯨研)

M. Naganobu (NRIFS), H. Kano (Asia Air Survey),

K. Itoh (Environmental Simulation Lab.) and S. Nishiwaki (Inst. of Cetacean Res.)

### 1. Introduction

The ninth cruises of the Japanese Whale Research Programme Under Special Permit in the Antarctic was conducted in the Indian sector of the Antarctic Ocean in the 1995/96 austral summer with using one research base vessel and four sighting and sampling vessels. The survey covered the waters among 35E and 130E south of 60S (the Antarctic Area IV and eastern part of Area III). The research vessels were engaged in a systematic sighting and sampling survey on minke whales, and XBT observations in order to analyze oceanographic conditions. The relationship between oceanographic conditions and distribution pattern of minke whales was examined using the data obtained from this survey. On the other hand, we collected the time series of sea surface temperature by satellite information in the survey area and used the time series for background of XBT analysis.

### 2. Materials and Methods

The XBT observations were carried out on board of the *Kyoshinmaru No. 2* once a day at a discretionary point of the survey area. The sighting and sampling activities of minke whales were carried out for 118 days from 26 November 1995 to 22 March 1996 by the four vessels. Vertical water temperatures from the surface to 760m in depth were scanned by a XBT recorder and probes. The density indices of minke whales were calculated as the number of its schools primarily sighted per 100n.miles searched. The density indices of minke whales were compared with oceanographic condition using the XBT temperature data. The temperature data were analyzed through isotherms of horizontal (10, 50, 100, 200 and 400m)/vertical distributions and two environmental gradient indices: integrated values of water temperature from the surface to 50m ( $\bar{Q}_{50}$ ) and to 200m ( $\bar{Q}_{200}$ ). We also used relevant information from climatological maps of weekly average sea surface temperature and its anomaly in the Southern Ocean provided by the Bureau of Meteorology, Melbourne SOC, Australia.

### 3. Results

Three types of principal water masses were observed in vertical distributions of temperature at all. First water mass was the Summer Surface Water, which relatively showed warm values above a seasonal thermocline at the depth of around 50m. Second was the Winter Water characterized by a temperature minimum layer at the depth of around 100m. Third was the Warm Deep Water characterized by the temperature maximum layer of around 2°C under the Winter Water. Each observation was characterized by stratified condition of these water masses.

The high density indices of minke whales were located in the waters below 0°C of  $\bar{Q}_{200}$ . The waters below -1.0°C of  $\bar{Q}_{200}$  reflecting the heavy Winter Water showed especially the higher concentrating density indices of minke whales. Although high density was observed in the Prydz Bay in the previous survey, such high density was not found in the present survey. The reason why low density showed was thought that the present anomaly of sea surface temperature indicated 1~2°C higher than the average in the Prydz Bay.



**CARBOHYDRATE METABOLISM IN BIRDS ERYTHROCYTES: LEVELS OF  
IP5 AND 2,3-DPG IN ANTARCTIC BIRDS AND EFFECT ON CHICKEN  
HEXOKINASE ACTIVITY\***

E. RODRIGUES, R. ROSA, D. OCAMPOS, C. D. ROSA and M. BACILA

*Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade São Francisco, Bragança  
Paulista, São Paulo Laboratório Piscicultura, Universidade Federal do Paraná  
Curitiba-PR, Brazil, Brazilian Antarctic Program.*

In a previous work (BACILA et al. *Korean J. Polar Res.* 2(1): 37-42, 1990) a survey on the content of phosphorylated metabolic intermediates of erythrocytes from penguins and skuas of different stages of development was carried out. It has been found that penguins in the 30th day of incubation - about 2 or 3 days before hatching - possess an erythrocyte in which both 2,3-DPG and IP5 are present, the concentration of 2,3-DPG being much higher than that one of the IP5. By its turn, IP5 is completely absent in the erythrocytes of the 25th days embryos. However, the concentration of 2,3-DPG decreases around the hatching time becoming almost completely absent in the 2 days-old chick. Coincidentally, IP5 concentration begins to raise around the 30th day of the egg incubation becoming exponential from the 28-days old chick up to the adult penguin. Its a known fact (ROSA et al, *Comp. Biochem. Physiol.* 92B (2): 307-311, 1989) that erythrocyte from adult penguins is a defective cell in regard to the glucose metabolism, almost all the blood sugar being compartmentalised at the plasma site almost none of glucose being permeated to the red blood cells. In order to further study this fact, the present research work has been carried out aiming to study the effect of 2,3-DPG and IP5 on the activity of hexokinase purified from birds erythrocytes. For this research IP5 has been purified (RODRIGUES, Hexoquinase purificada de eritrócito de galinhas (*Gallus gallus domesticus*): propriedades cinéticas e físico-químicas relacionadas ao metabolismo glicídico, USP, 1987) from chicken erythrocytes by an ion exchange chromatography in Dowex AG1-X8 resin and the sodium salt obtained by precipitation with  $\text{FeCl}_3$  containing 3.4M NaCl. It has been shown in the present paper that hexokinase from chicken erythrocyte is competitively inhibited by  $\text{ATP}^{4-}$  ( $K_{i \text{ ATP}} = 800 \pm 40 \mu\text{M}$ ). On the other hand, it has been shown that 2,3-DPG acts upon the hexokinase activity as a competitive inhibitor of  $\text{MgATP}^{2-}$  ( $K_{i \text{ 2,3-DPG}} = 1,200 \pm 50 \mu\text{M}$ ). However, it has been shown that 2,3-DPG is a non competitive inhibitor of hexokinase in regard to  $\text{Mg}^{2+}$ . On its turn, IP5 is not a hexokinase inhibitor in regard to glucose and  $\text{MgATP}^{2-}$ . However, IP5 acts as a competitive inhibitor of hexokinase in regard to  $\text{Mg}^{2+}$  ( $K_{i \text{ IP5}} = 2,120 \pm 104 \mu\text{M}$ ). Assays intracellular  $\text{Mg}^{2+}$  was found to be equal to 2.76 mM/ml of a standard packed red blood cell suspension. This value is lower than the total value for the content of ATP and IP5 found in the same material.

\* With a grant-in-age from Brazilian Antarctic Program.

## UREOGENESIS IN ANTARCTIC BIRDS\*

E. RODRIGES R. ROSA and M. BACILA

Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade São Francisco, Bragança Paulista, S.P.  
 and Laboratório de Piscicultura Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR  
 Brazilian Antarctic Program\*

Ureogenesis in birds is being a challenging problem since CLEMENT'S assumption (*Atti R. Acc. Lincei Classe Sc. Fis. Nat.* 23: 517-612, 1914) on the absence of arginase in the liver of these animals and the majority of reptiles. More recently, FERRER et al. (*Comp. Biochem. Physiol.* 87A: 1123, 1987) found high values of urea in the blood of vultures and ROSA et al (*Comp. Biochem. Physiol.* 104A: 117, 1993) also found high values of blood urea in Antarctic birds penguins and skuas. They assayed in the Antarctic skua (*Catharacta maccormicki*) values of blood urea concentration as high as 54.8 mg/dl. Recently RODRIGUES et al (1996) reviewed the comparative aspects of the nitrogen metabolism in Antarctic birds (*Trends in Comparative Biochemistry and Physiology*, 2: 47-63, 1996). The main aim of the present research was to study the correlation between the feeding-native or fasting-state and the levels of blood urea in penguins. A study was also carried out on the levels and the kinetics of liver and kidney arginase from the gentoo penguin *Pygoscellis papua*. Higher values of urea were found in the blood of gentoo penguins in native state when compared with specimens maintained in 24h of fasting state. In the chinstrap penguin *Pygoscellis antarctica* the average value for blood urea was 49% higher in the native state than in a fasting condition. In the native gentoo penguin *P. Papua* the relative increase in the blood urea concentration as high as 246% in regard to the levels found in the fasting state. In regard to the blood levels of uric acid, the difference between the native state and the fasting state is of 93% for *P. antarctica* and 383% for *P. papua*. Specific activities of arginase assayed in penguin liver were 561 mU/mg protein and 208 mU/mg protein for adult *P. antarctica* and *P. papua* respectively. Kinetic studies with arginase from penguin liver homogenates showed  $K_m$  values for L-arginase of  $16.0 \pm 2.0$  mM at pH 9.5. Arginase from birds in general possesses high  $K_m$  values (between 100-200 mM). It seems then that the high protein diet and the high levels of blood urea or penguins are a consequence of the levels of hepatic arginase and high affinity of this enzyme towards its substrate. Such properties might respond for the ureogenic behaviour of these important members of the Antarctic ecosystem.

\* With a grant-in-aid from Brazilian Antarctic Program

## ニーオルスン氷河後退域周辺モレーン上の植物群落と地形的要因

Relationship between plant community and topographic factor  
on the moraine at deglaciared arctic terrain in Ny-Ålesund

南 佳典 (平岡環境科学研究所), 沖津 進 (千葉大園), 神田啓史 (極地研)  
Y. MINAMI (Hiraoka Envir. Sci. Lab.), S. OKITSU (Chiba Univ.), H. KANDA (NIPR)

Ecological balances in the vegetation forming under severe environment in Arctic area may be upset easily due to the local or global climatic changes. To grasp the vegetation dynamics by those environmental changes, the vegetation along the glacial retreat area in Ny-Ålesund (lat. 79° 57.8' N., long. 11° 21.2' E.), Svalbard was investigated ecologically. Especially, we studied the vegetation on the moraine using the quadrat method along the transects at up- (edge of glacier), middle- and down-stream of moraine crossing vertically to stream of moraine, and recorded the micro-relief (Ridge, Slope, Bottom), and cover (%) of species observed in each quadrat. In up-stream of moraine, three moss species (*Bryum* sp., *Pottia heimii* and *Funaria arctica*) as dominant species are observed at all the micro-relief. These species are observed in middle-stream of moraine with high frequency, however pioneer vascular plant, *Saxifraga oppositifolia* is also frequently. Furthermore, half or over of species observed at the slope or bottom were vascular plants. In the down-stream of moraine, three dominant moss species in up-stream were not observed any longer. The dominant species was *S. oppositifolia* and many vascular species were observed at any micro-relief.

【はじめに】北半球の森林限界以北の陸域における厳しい環境条件下に生育する植生は、人類の活動の増大に源を発する地球大気温暖化で引き起こされる気候変動によって生態系のバランスを崩す可能性が大きいといわれている。特に、氷河の後退は著しく、その影響は周囲に生育する植生に大きな変化をもたらすと考えられる。しかしながら、氷河の後退によってどの環境条件が変化し、生物に直接・間接的に影響を与え得るものかはほとんどわかっていない。以上のことを解明するために、スバルバル諸島ニーオルスン (lat. 79° 57.8' N., long. 11° 21.2' E.) における氷河後退域の生態学的調査を行い、現在の植生状況を把握した。特に、近年急速に後退している氷河前に形成されるモレーン上の植物群落における種組成と、それらの群落が成立している微地形的要因について検討した。

【方法】氷河後退域に形成されるモレーンの上流 (氷河末端部)、中流および下流部においてそれぞれ3本の50m ラインをモレーンに対し垂直に設定し、5 m おきに3×3 m<sup>2</sup>のコドラートを設置した。それぞれのコドラートが設置された立地を微地形的要因 (Ridge, Slope および Bottom) によって区分し、出現する種の組成および被度を測定した。

【結果】モレーン上流部では *Bryum* sp., *Pottia heimii* および *Funaria arctica* といった小型の蘚類がすべての立地において優占的に出現しているが、Slope には維管束植物の *Saxifraga caespitosa* および *Cerastium arcticum* が1カ所ながら出現している。中流部では上流部における優占種が同様に多く出現しているが *Saxifraga oppositifolia* の優占度も高くなっている。ここでは、そのほかの維管束植物の出現も多くみられ、特に Slope や Bottom では出現種中の約半数が維管束植物で占められている。下流部における優占種は *S. oppositifolia* となり、かなり大きな優占度を示している。また、どの立地にも維管束植物が多く出現する傾向にあった。ここではすでに上流部における優占種であった蘚類の出現はみられない。

上流部における優占種である蘚類はどの立地においても高い頻度で出現し、反対に他の植物の出現は少ないが、乾燥などの水分条件と融水による攪乱の影響である可能性が高い。これは *Saxifraga caespitosa* および *Cerastium arcticum* がどちらの影響も比較的少ない Slope に出現することからも伺える。また、上流部ではマトリクス上かレキ脇に植物の生育が確認されているが、中流部および下流部では多くの植物がレキ脇に生育している。このことから上流部の立地の安定性の低さがモレーン特有の群落形成に影響していると考えられる。

## ニーオルスン氷河後退域モレーンにおける植生の発達と表面礫構成との関係

## Relation between vegetation development and composition of surface materials on moraine at deglaciared arctic terrain in Ny-Alesund, Spitsbergen

沖津進 (千葉大園芸), 南佳典 (平岡環境研), 神田啓史 (極地研)

S.Okitsu(Chiba Univ.), Y.Minami(Hiraoka Env.Sci.Lab.), H.Kanda(NIPR)

The relation between species occurrence and surface condition on three areas along the deglaciared moraine in front of Bragger glacier in Ny-Alesund, Spitsbergen, Svalbard was studied. The composition of surface materials does not differ clearly among upper, middle and lower area from the glacier edge. The total number of species occurred in each area and mean number of species at a site (2 x 2 m) increases from the upper to the lower area. This suggests that the period after deglaciation affects the vegetation development. The number of species at a site correlates positively with the fine matrix cover at the site in every three area. At the upper area plants occurred only on the fine matrix rich site. At the lower area plants occurred sometimes on the fine matrix poor site; on the fine matrix rich site plants usually abundantly occurred. The abundance of fine matrix on a site affects the vegetation development on the deglaciared moraine, but the manner of effects differs among the areas differing the period after deglaciation.

〔はじめに〕氷河後退域ではモレーンを構成する表面礫構成の変化が著しい。そこでの植生の発達は、氷河末端からモレーン下部へかけての、氷河後退後の時間経過に対応するとともに、表面礫構成の変化にも左右されるものと予想される。したがって、氷河後退域での植生発達はかなり複雑になるであろう。ここでは、モレーンを構成する表面礫構成の変化に着目し、それと植生発達との関係を検討する。

〔調査地と方法〕スバルバル諸島スピッツベルゲン島ニーオルスン近くの東ブレッガー氷河前のモレーンで調査を行った。氷河末端部からモレーン下部にかけての地域を上流、中流、下流の三地域に分け、それぞれで 30 ヶ所の調査区 (2 x 2 m) を設け、出現する植物 (コケ植物以上) を記録するとともに、表面礫構成および礫のサイズと円磨度を測定した。

〔結果と考察〕モレーンを構成する表面礫構成は上流から下流にかけて系統的な変化はみられなかった。中流部で表面礫構成の変化がもっとも大きかった。総出現種数は上流部から下流部にかけて 10, 25, 27 種と増加した。また調査区あたりの平均出現数も上流部から下流部にかけて 3.0, 4.6, 7.0 種と増加した。種構成は上流部から下流部にかけて変化した。Bryum cryophyllum はほぼまんべんなく出現したが、Funaria arctica や Pottia heimii は上、中流部に限り、Saxifraga oppositifolia や Draba corymbosa などの維管束植物は中、下流部に限って出現した。氷河後退域では、植生の発達に対して時間経過が大きな意味を持っていることがわかる。三地域それぞれで、調査区あたりの出現種数は細粒物質の被度と関連していた。上流部では出現種数は細粒物質の被度と明瞭な正の相関がある。中流部では細粒物質の被度が大きい調査区で出現種数が増加する場合がある。いっぽう、下流部では、細粒物質の被度が大きい調査区では出現種数は常に多く、さらに、細粒物質の被度が小さな調査区でも多くの種がみられる場合がある。以上のように、氷河後退域における植生の発達は細粒物質の被度と関連するが、そのあり方は氷河後退後の時間経過によって異なることが明らかとなった。



## 北極氷河末端域における植生の定着と発達

Plant colonization and vegetation development at the Arctic glacier edge area

神田啓史（極地研）・南佳典（平岡環境科学研究所）

H. Kanda (NIPR), Y. Minami (Hiraoka Environ. Sci. Lab.)

There has been very few study on the colonization of the plant at bare ground on glacier moraine so far. However, the subject will become important for assessment of environmental change in global or local scale. According to the aerial photograph, East Brogger Glacier, Ny-Alesund, Spitsbergen, seems to be retreated over 300 m for 30 years. On the moraine near the glacier edge exposed recently, the successional pattern of the moss species was shown. Especially, a hepatic species *Jungermannia confersissima* was found with cyanobacterial colony. Furthermore, in order to know the response of the vegetation affected by global warming, an open top chamber, which is a kind of cloch standardized by ITEX, was set on bare ground at the moraine. After about two years, the coverage of the vegetation in the chamber increased as compared with them of the outside of the chamber.

北極の氷河末端域のモレーン上の植物の遷移過程は研究が浅く、まだ十分な研究の背景をレビュー出来ないが、この課題はグローバルあるいはローカルな環境変化の評価の上で、意義のあるものと考えられる。スピッツベルゲン島、ニーオルスン周辺の植生の植物社会学的研究はBrattbakk(1976), Kobayashi(1994) によってなされてきたが、モレーンの植生についてはほとんど触れられていない。そこで本研究では東ブッレガー氷河末端域のモレーン植生を明らかにし、末端域から遠ざかるに従ってどのような植生の移り変わりが見られるかを調査した。氷河末端域では最初に *Bryum* spp. (*B. pseudotriquetrum* cfr.), *Pottia heimii*, *Desmatodon* sp., *Funaria arcetica* が現れ、それらは、末端域から遠ざかるにつれて植被率を変えながら、*Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta* sp., *Jungermannia confersissima* が優占する植生に移行していった。特に、苔類の *J. confersissima* は最初は、たえず *Nostoc*, *Anabaena* 等からなるコロニーの中に見出され、末端域から離れるにつれて *Jungermannia* のみのコロニーに移行した。モレーン上での藍藻と苔類の共存は興味ある現象である。一方、グリーンハウスの温度効果が植生に及ぼす影響を評価する目的で、ITEX 仕様の Open Top Chamber を使用して2年間の変化を追跡した。新しい種の侵入、定着が見られた他、植被率に著しい変化が認められた。



北極ニーオルスンにおけるムラサキユキノシタの生育形と繁殖特性との関係

The relationship between growth form and reproduction of  
*Saxifraga oppositifolia* L. in Ny Ålesund, Svalbard.

久米 篤(早稲田大・教育)・別宮 有紀子(都立大・理)・中坪 孝之(広島大・総合科学)

A. Kume (Waseda Univ.), Y. Bekku(Tokyo Metropolitan Univ.) and T. Nakatsubo(Hiroshima Univ.)

*Saxifraga oppositifolia* L. has prostrate growth form(P-form) and cushioned growth form(C-form). In the glacial recession area at Ny-Ålesund in Svalbard Island(79°N), both two types were growing on the same riverbed. C-form plant had larger number of flower per plant dry mass than P-form and this caused the increase in seed production of C-form. On the other hand, P-form plant was able to spread on the ground faster than C-form. The shoot fragments of P-form plant were easy to root and establish but those of C-form were not. These results showed that the growth forms and reproductive characteristics were closely related, and P-form had advantages in vegetative reproduction and C-form in sexual reproduction.

*Saxifraga oppositifolia* は周北極域の氷河後退域で遷移の初期段階に出現する高等植物で、個体により匍匐型(P-form)とクッション型(C-form)の2つの生育形を取る。この2つの生育形の個体は生育環境によってすみ分けるといわれているが、Svalbard の Ny-Ålesund (79°N)、Brøgger 氷河下流域では、氷河後退後の砂礫地に異なった生育形の植物が混在して生育している。そこで、2つの生育形の個体が同所的に生育している要因を明らかにするために、生育形と繁殖や成長などの生態学的な性質との関係を解析を行った。95 年の調査で、C-form の個体は個体サイズが小さいうちから開花を開始し、個体乾質量当たりの開花数も多いのに対して、P-form の個体では少ない乾燥質量で効率良く裸地表面を覆っていることが明らかになった。この結果から、C-form は種子繁殖を優先し、分散能力の高い小さな種子によってパイオニア植物としての優位性を維持していること、P-form は栄養塩類が地表面に偏在している環境に適しており、加えて氷河溶氷水によって植物体の一部が切り離される、あるいは埋まるといった攪乱に強いことが示唆された。

96 年の調査では、実生や切断されたシュート断片の定着状況を観察し、シュート形態別の発根特性を実験的に比較した。その結果、野外では実生起源とほぼ同数のシュート断片起源の幼植物が定着していることが確認された。また、実生起源の幼植物は C-form の成植物の近くに、シュート断片起源の幼植物は P-form の成植物の近くに定着する傾向があった。更に、P-form のシュート断片は容易に発根するのにに対して C-form のシュート断片は発根し難く、生育形と繁殖特性が密接に結びついていることが判明した。一つの個体群の中で P-form と C-form の 2 つの生育形を維持することは、場所や時間の進行によって自然選択の種類が大きく変化していく極域の一次遷移環境で、この種がパイオニア植物として生き残るための適応の一形態であると考えられる。

スバルバル諸島ニーオルスンにおける  
チョウノスケソウの繁殖特性

Reproductive characteristics of *Dryas octopetala* L.  
in Ny-Ålesund, Svarbard

和田直也（富山大・理）

N. Wada (Toyama University)

I observed flowering phenology, flower morphology, and seed production of *Dryas octopetala* L., which is one of the most characteristic species of high arctic, Ny-Ålesund, Svarbard. *D. octopetala* generally had hermaphroditic flowers in an early flowering population, but had male flowers more frequently in a late flowering population. The seed production was strongly limited not only by pollinator activities but also by air temperature during the flowering period. The unpredictable environmental conditions, such as air temperature during growing season and onset of snow fall, seem to strongly affect the reproductive success of *D. octopetala*, promoting the lack of female function in a late flowering (high snow-covered) population.

北極圏や高山に生育している植物にとっては、冬期の積雪量や夏期の温度環境といった物理的環境が一義的に生育期間を規定することで、植物の繁殖や成長に多大な影響を与えている。また、このような資源の制約は植物の繁殖様式や性表現にも大きな影響を与えるものと考えられる。本研究では、低資源高ストレス環境下にある北極域、スバルバル諸島・ニーオルスンに分布しているチョウノスケソウについて、その雪解け傾度に伴う開花フェノロジー・花の性表現の変化及び種子生産の制限要因を調べ、生育期間の短縮に伴い繁殖特性がどのような影響を受けるのかを調べた。その結果を報告する。

## 北極ニーオルスン氷河後退域における根の呼吸について

## Root respiration on a deglaciaded area in Ny-Ålesund, Svalbard

中坪孝之（広島大総合科学），別宮有紀子（都立大理），久米篤（早稲田大教育），  
小泉博（農環研）

T. Nakatsubo (Hiroshima Univ.), Y. Bekku (Tokyo Metropolitan Univ.), A. Kume  
(Waseda Univ.), H. Koizumi (NIAES)

As part of the study of soil carbon flow on a deglaciaded area in Ny-Ålesund, Svalbard, we measured the respiration rate of the subterranean part of the dominant plant species *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia* and *Luzula confuza*. The relationship between temperature and the respiration rate differed significantly among the species. It was estimated that respiration of the subterranean part of vascular plants contributed about 23% of the total soil respiration at the oldest stage of succession on the deglaciaded area.

【はじめに】近年、北極を含む北半球の高緯度地域の生態系に及ぼす地球温暖化の影響が懸念されている。特に温暖化に伴う分解速度の上昇とそれによる土壌有機炭素の減少は生態系の機能全体に大きく影響すると予想される。本研究では、高緯度北極の土壌炭素フローに関する研究の一環として、維管束植物の地下器官の呼吸速度の測定を行い、全土壌呼吸におけるそれらの重要性について検討した。

【方法】スバルバル諸島のニーオルスン（79° N）の東ブレッカー氷河の後退に伴って形成された植生遷移段階の異なるモレーン上に、氷河末端部に近い地点から遷移段階の順にSite 1～Site 4を設定した。1996年7月中旬に本調査地における主要な維管束植物、*Salix polaris*、*Saxifraga oppositifolia*、*Luzula confuza*の地下器官（根と地下茎）を掘り出し、その呼吸速度を赤外線ガス分析計を用いた通気法により経時的に測定した。また、温度を変化させて温度と呼吸速度との関係について調べた。8月の初旬に各調査地内の5地点において、ダイナミッククローズドチャンバー法により全土壌呼吸速度を測定した。測定後、各測定地点内に存在する維管束植物の地下器官をすべて採取し、種類ごとにバイオマスを測定した。これらの結果と土壌温度のデータから、各地点における地下器官の呼吸速度を計算し、全土壌呼吸に占める維管束植物の地下器官の呼吸の割合を求めた。

【結果】測定した3種のすべてについて、地下器官の呼吸速度は採取直後に最も高く、その後急激に低下して採取後4日以降にはほぼ安定した。重量あたりの呼吸速度は*Salix*が最も高く、最も低い*Luzula*の3倍以上であった。呼吸速度の温度依存性にも種間の差が認められ、5～12℃の範囲での $Q_{10}$ は、*Salix*が2.4、*Saxifraga*が2.0、*Luzula*が1.7であった。Site 1、Site 2、Site 3、Site 4における全土壌呼吸速度の平均値は、それぞれ16、25、57、39mgCO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>で、遷移の初期では測定地点間のばらつきが著しかった。全土壌呼吸に占める地下器官の呼吸は、遷移初期のSite 1とSite 2では1%以下と著しく小さいのに対し、遷移の進んだSite 3、Site 4ではそれぞれ30%、23%と高い割合を占めた。

# 北極ニーオルスン氷河後退域における土壌呼吸の温度依存性について Temperature dependence of soil respiration on a deglaciated area in Ny-Ålesund, Svalbard

別宮有紀子（都立大・理）、中坪孝之（広島大・総合科学）、久米 篤（早稲田大・教育）、  
小泉 博（農環研）

Y. Bekku (Tokyo Metropolitan Univ.), T. Nakatsubo (Hiroshima Univ.),  
A. Kume (Waseda Univ.) and H. Koizumi (NIAES)

Temperature dependence of microbial respiration in arctic soil and the ability for temperature acclimation of the respiratory activity were examined in a laboratory experiment. Soil samples were incubated at different three temperature conditions; outside temperature for Control (avg. = 8-12°C), 12°C constant and 16°C constant for 17 days. Respiration rates of the samples in each temperature condition were measured between 2°C ~ 20°C at 3~4°C interval. Temperature dependence of the microbial respiration rates was different from those in previous studies. Temperature coefficient ( $Q_{10}$ ) was nearly constant with temperature, whereas those for soils in temperate region are high in low temperature and decrease with increasing temperature. There were no significant differences in the respiration rates and temperature dependence between Control, 12°C and 16°C.

【はじめに】 北極域は地球温暖化の影響が最も顕著に現れると予想されている。気温の上昇は微生物による土壌有機物分解を促進し、その結果生じる物質循環の変化を通して、生態系の構成種に大きな影響を与える。従って、土壌有機物の分解速度、つまり土壌微生物の呼吸活性が温暖化条件でどのように変化するかを明らかにすることは、温暖化が生態系に与える影響を予測するうえで非常に重要である。しかし、極域の土壌微生物の呼吸活性の温度依存性に関する情報はほとんどない。極地のような低温環境に生息する土壌微生物は低温環境に適応した呼吸特性を持っている可能性があり、温帯域のそれとは異なることが予想される。また、長期的な温度変化に対しては温度依存性が馴化する可能性も考えられる。そこで本研究は、低温域に生息する土壌微生物の、1) 現環境下での温度-呼吸特性を明らかにし、2) 生育温度の変化に対する馴化の有無を明らかにすることを目的とする。

【方 法】 スピッツベルゲン島、ニーオルスンの東ブレッガー氷河後退域のモレーン上に成立した植物群落において、ランダムに10ヶ所から土壌を採取した。採取した土壌は植物根やレキを取り除き、均一になるよう良く攪拌した後、シャーレ（直径7cm）に入れ、野外（平均気温8°C）、および12°C、16°C一定の恒温機内で17日間インキュベートした（各温度条件で  $n=3$ ）。呼吸速度の測定はそれぞれの温度設定区について、インキュベート開始後7日目、17日目に、2°C ~ 20°Cの温度範囲で3~4°C間隔で行なった。

【結 果】 1) 現在の環境下での温度依存性：呼吸速度は温度の上昇とともに指数関数的に増加した。測定温度域別に $Q_{10}$ （温度係数）を計算すると、2~5°Cの間では $Q_{10}=1\sim1.4$ 、5°C~20°Cの間はほぼ $Q_{10}=3$ と一定であった。つまり、5°C以下の低温では温度依存性が著しく低いが、5°C以上では温帯のものよりむしろ高く、従来の知見とは全く異なる結果が得られた。

2) 馴化実験：3つの温度設定区の間で呼吸速度および温度依存性に有意な差はみられなかった。つまり、今回用いた北極の土壌微生物群集では呼吸の温度馴化は起こらなかった。この原因について温帯の土壌を用いて同様に行なった馴化実験の結果と比較をしながら考察する。



# ポリゴンにおける土壤小型節足動物の微小生息域

## Microhabitats of soil microarthropods in a polygon

吉田勝一(岩手大学), 大山佳邦(極地研)

S.Yoshida (Iwate Univ.), Y. Ohyama (NIPR)

Horizontal distribution of soil microarthropods was studied on a polygon at the glacier foreland in Spitzbergen Island. The soil samples were collected on the two travers set on polygons. The zonal arrangements in vegetation and topography were shown along from the margin of polygon to a hummock. Prostigmata, Oribatida and Collembola appeared abundantly at the moss patch occurred in a wetter part of fringe and the lichens in a slope of hummock. Whereas at the top of hummock and in hollow the abundance of animals was very few. At the vegetations of mosses and lichens, Oribatid communities had quite a different community structure.

【はじめに】スピッツベルゲン島の氷河末端域には周氷河環境下に発達する構造土であるポリゴン（多角形土）がいたるところに見られる。ポリゴンのクラックに囲まれた内部は微地形・微気象あるいは土壤条件についても極めて不均質であり、植生も地衣・コケ・ヤナギ群落などの微小パッチがモザイク状に出現している。このような場所を土壤動物が生活場所としてどのように利用しているかを調べることは、北極ツンドラにおける圧倒的な優占動物群であるササラダニ・トビムシ群集の成立機構を解明する重要な手がかりとなるであろう。

【調査方法】スピッツベルゲン島・ニーオルスンの氷河後退域に形成されたポリゴン（直径 2~3m）地帯の中から、典型的な形状を示す2つのポリゴンを調査地として選んだ。各ポリゴンについて中央に発達している小丘を横切るようにライン・トランゼクトを設け、10cm 間隔で  $5 \times 4 \times 5 \text{cm}^3$  の土壤コアを採取した。土壤動物はツルグレン装置によって抽出した。

【調査結果】ポリゴンの内部は、クラックの縁端から中央小丘まで地形・植生的層状構造を示す。周縁の狭い湿った凹部に発達するコケ群落と小丘の乾燥した緩斜面全体を被覆している地衣群落には、トビムシ・ササラダニ・ケダニともかなりの高密度で出現する。前者の場所にはトゲダニも多数見られる。それに対して、小丘頂部の堅い裸地と最凹部の場所には極めてわずかな個体が現れるだけである。優占するササラダニ群集の群集構造からみると、場所による違いがさらに明瞭となった。すなわち、コケ群落には比較的高い多様性を示す *Liochthonius sellnickii*—*Diapterobates notatus* 優占群集、地衣群落には単純・強大な *Camisia borealis* 優占群集が成立している。また、*Saxifraga oppositifolia* や *Salix polaris* がパッチを形成しているところには優勢な動物群が出現し、ササラダニ群集は複雑となる。このように周縁部から小丘頂部にかけて認められる微地形や植生上の同心円状あるいは斑状変化に対応して、明らかに異なる土壤動物群集が成立している。



高山植生から見た地球温暖化の研究Ⅱ  
 —中央アルプス木曽駒ヶ岳におけるオープントップチェンバー内の温度環境—  
 Green house effect on alpine plants Ⅱ  
 -Temperature enhancement by Open-top chamber treatment  
 in Mt.Kisokomagatake,Central Japanese Alps-

飯島慈裕（都立大・地理・院），木村圭司（東京大学），中新田育子（東京大学），福與聡（東京農工大学），栗原 緑（国士館大学），増澤 直・山本聡子（東京農工大学），小林洋一郎（法政大学），森本真紀（東京大学），甲山哲也（国士館大学），小林真吾・山本貴仁（愛媛県立博物館），水野一晴（東京都立大学），町田裕之（日大附属佐野高等学校）

Y. Iijima (Tokyo Met. Univ.), K. Kimura, I. Nakashinden (The Univ. of Tokyo), S. Fukuyo (Tokyo Univ. of Agriculture & Technology), M. Kurihara (Kokushikan Univ.), T. Masuzawa, S. Yamamoto (Tokyo Univ. of Agriculture & Technology), Y. Kobayashi (Hosei Univ.), M. Morimoto (The Univ. of Tokyo), T. Koyama (Kokushikan Univ.), S. Kobayashi, T. Yamamoto (Ehime Prefectural Museum), K. Mizuno (Tokyo Met. Univ.), H. Machida (Nichidai Sano High School)

A long term monitoring on alpine plants by experimental warming have been carried out on Mt. Kisokomagatake (2956m), Central Japanese Alps. Five small greenhouses (OTC=Open top chamber) were set up in May 1995 to cover alpine species. In the growing season (May to October), the mean temperature at plant height in OTC was 0.7°C higher than outside. However, the temperature in OTC has a seasonal variation. In summer (after rainy season 7/24~31), the temperature during the daytime (06:00~18:00) was 2°C higher than outside. In autumn (10/9~14), the temperature in the morning (07:00~11:00) became 1.8°C lower than outside. These results indicate that the effect of OTC warming is vary with the season in the Temperate Japanese high mountains.

**はじめに：** 本研究では1995年5月から木曽駒ヶ岳（2,956m）の山頂付近の風衝斜面において、アクリル板製の温室（OTC：オープントップチェンバー）を設置し、高山植物への温暖化の影響をモニタリングしている。

1995年5月～10月の観測結果では、植物群落上におけるOTC内外の温度差は平均して0.7°Cであった。温度差は夏季（7,8月）に大きく、平均0.9°Cであった。また、温度差は日中に大きく現れ、夜間は逆にOTC内が低温になるという結果が得られた。これらは同様の実験を行なっている他のサイトからも報告されている。

しかし現在までのところ、OTC内の温度上昇の季節変化や日変化について具体的な検討は行われていない。そこで、今回は特にOTC内外の温度差の季節変化を1995年と1996年のデータから報告する。

**結果：** 1995年のOTCとコントロールの群落表面温度は、7月24～31日の梅雨明け直後はOTCが日中（6時～18時）は平均2.0°Cの温度上昇であるのに対し、夜間（18時～6時）は平均0.4°Cの

上昇と、日中と夜間の変化が大きい。一方で、10月9～15日は12時～翌5時までは1.2°Cの温度上昇に対し、7時～11時の午前中に平均-1.8°Cの温度低下が生じており、内外の気温差の日変化はこの2つの季節においては著しい違いがある。

**考察：** 日本の中部山岳のように季節変化が明瞭な温帯高山では、OTCの温暖効果は季節によって多様な違いがあることが明らかになった。これは、OTCを設置したことにより生じる湿度や風、日射など他の環境変化が温度の季節性に合わせて寄与していると考えられる。また、この結果は北極などのように温室内の温暖化が顕著に現れる地域とは対照的に、日本の高山では生育期間中に温暖化の程度が変わるために、植物の応答を考える場合に温度環境の影響の評価を難しくすることになると考えられる。

以上のように、日本の高山で温暖化の研究を行なう上で、まずOTCを設置した際の温暖化の効果は、季節変化に伴う変化があること考慮する必要があるといえる。

# 高山植生からみた地球温暖化の研究 III —卓越風遮蔽物が高山植物のフェノロジーに与える影響—

## Green House Effect on Alpine Plants III

### - Effects of Wind Shield on the Phenology of Alpine Plants -

福與 聡 (東京農工大学) and GENET(Geoecological Network); 栗原 緑 (国土館大学), 中新田育子・木村圭司 (東京大学), 飯島慈弘 (東京都立大学), 小林洋一郎 (法政大学), 増澤 直・山本聡子 (東京農工大学), 森本真紀 (東京大学), 甲山哲也 (国土館大学), 小林真吾・山本貴仁 (愛媛県総合科学博物館), 水野一晴 (東京都立大学), 町田裕之 (日大付属佐野高等学校)

Satoshi FUKUYO and GENET(Geoecological Network); M.KURIHARA (Kokushikan Univ.), I.NAKASHINDEN & K.KIMURA (The Univ. of Tokyo), Y.IIJIMA (Tokyo Met. Univ.), Y.KOBAYASHI (Housei Univ.), T.MASUZAWA & S.YAMAMOTO (Tokyo Univ. of Agriculture & Technology), M.MORIMOTO (The Univ. of Tokyo), T.KOUYAMA (Kokushikan Univ.), S.KOBAYASHI & T.YAMAMOTO (Ehime Prefectural Science Museum), K.MIZUNO (Tokyo Met. Univ.), H.MACHIDA (Sano Junior and High School of Nihon Univ.)

A monitoring on alpine plants by experimental warming with five open top chambers (OTC) has been carried out from 1995 at Mt.Kisokomagatake (2,956m). This year, five wind shields (WS) were set on the windward to assess the response to the wind condition. In the WSs, coloring time of *Arctous alpinus* var. *japoicus* has been delayed. Other alpine species had no phenological change. In the WSs, three alpine plant species (*Empetrum nigrum* var. *japonicum*, *Loiseleuria procumbens* and *Vaccinium uliginosum*) had grown better than those in the Controls. Those results show that strong wind limits the growth of alpine plants as well as low temperature.

はじめに:

GENETでは、1995年より長野県木曾駒ヶ岳 (2,956m)の山頂付近において、国際ツンドラ計画 (ITEX)と同様の手法で、高山植物に対し、地球温暖化の模擬実験を行っている。1995年には風衝地植物群落上に5基のオープントップチャンバー(以下OTC)を設置して、そのOTC内外の高山植物のフェノロジーを週一回観察した。その結果、OTC内ではイワウメとウラシマツツジの紅葉の時期が遅れ、ウラシマツツジとクロマメノキの葉面積が広くなるなどの変化が観察された。

OTC設置によるこのような植物の応答はOTC内の気温や地温の上昇が一要因となると考えられるが、それ以外の環境要因も考えられる。特に当調査地付近では年間を通して、西からの卓越風が吹くことが知られている。そのため、OTCの設置による風遮蔽の効果も重要であると考えられた。

そこで植物のフェノロジーや伸長生長に与える環境要因をより明確にする目的で、1996年6月に、OTCと同じアクリル板2枚で作成した風避け(以下WS: Wind Shield)を植物群落の風衝側に5基設置し、卓越風による影響を検討した。

調査は当調査地に主として出現するイワウメ、ガンコウラン、ミネズオウ、ウラシマツツジとクロマメノキの矮性低木5種についてそれぞれ個体識別し、WSの風背側とControlの各5地点計10地点において、昨年と同様にフェノロジーの観察をした。

また、8月下旬にガンコウラン、ミネズオウ、クロマメノキの各識別シュートについて地点あたり5シュートの当年枝伸長量を測定した。

結果:

#### 1) フェノロジー

常緑低木種は出芽、シュート伸長開始と停止時期について、落葉低木種は出芽、展葉、紅葉と枯葉時期について比較した。その結果、ウラシマツツジの紅葉時期がWSでControlよりも13日遅れた。その他の種ではWSとControlでフェノロジーに差がみられなかった。

#### 2) 伸長量

ガンコウランの当年枝平均伸長量はWSでは9.45mm, Controlでは7.98mmであった。ミネズオウとクロマメノキはWSではそれぞれ7.49mm, 5.76mm, Controlではそれぞれ3.44mm, 3.65mmであり、いずれもWSで大きくなっていた。

考察:

WSの設置により当年枝伸長量に変化がみられたことから、風遮蔽に対して風衝地植物が応答するということが明らかになった。よって1995年の結果と今回の結果よりOTCとWSの設置によりそれぞれで植物の伸長量が大きくなったことから、高山植物はOTCによる温度以外の環境要因、特に風によってもストレスを受け、成長が制限されていると考えられた。風が植物に与える影響は物理的な損傷、また2次的な湿度や温度の低下が考えられる。特に植物の生育期間においては後者の影響が大きいと考えられる。今後、各地点で観測している温度、湿度などの気象要素を解析し、フェノロジーと伸長量の変化との関係について考察する。

# オープントップチャンバーを用いた高山植物の 成長実験：富山県立山山地における実験例

## Growth responses of alpine plants to environmental manipulation by open-top chambers: experiments in Tateyama Range, Toyama Prefecture

宮本みちる・和田直也・小島 覚（富山大・理）

M. Miyamoto, N. Wada, and S. Kojima (Toyama University)

We examined growth responses of alpine plants (*Empetrum nigrum* and *Loiseleuria procumbens*) to artificially manipulated environments by using open-top chambers (OTC), in Tateyama Range, Toyama Prefecture. In this year 1996 (2nd year from setting the OTC on the alpine vegetation), we compared the leaf characteristics of the two species (the number of leaves per shoot, leaf weight, specific leaf area (SLA), nitrogen concentration per leaf) between inside and outside the OTC, and discussed the effects of OTC on the leaf quality and performance.

温室効果ガスの増加に伴う温度の上昇や環境の緩和に、北極域や高山帯に生育している植物がどのような影響を受けるか、国際的な長期モニタリング計画（ITEX）が高緯度地域をはじめ、日本の高山帯においても行われている。富山県立山山地（標高2,850m）においても、オープン・トップ・チャンバー（OTC）を用いた実験が1995年から開始された。昨年の結果から、1) OTC（工藤式）は日射が当たることにより日最高温度を上昇させるが、日最低温度には顕著な影響はないこと、2) 常緑矮生低木のガンコウラン・ミネズオウの当年生シュートの伸長量は、いずれもOTC内で数ミリ高くなること、などが分かった。実験開始後二年目にあたる本研究では、特に上記二種の物質生産や個葉の特性に着目し、シュート当たりの着葉数・葉重量・幹重量、および葉の重量当たりの面積（SLA）・窒素含有量などを調べ、OTC内外での異差について比較・検討した。

## 富士山高山帯において オープントップチャンバーが 植物に与える影響について

Effect of open-top chamber for plants at alpine area of Mt. Fuji.

永井 雅・渡辺 雅子・増沢 武弘 (静岡大 理)

Masashi Nagai, Masako Watanabe and Takehiro Masuzawa (Shizuoka Univ)

A lot of herbaceous perennials are growing on the upper timberline of Mt. Fuji. In alpine region, low temperature in spring and fall restricts the length of growing season of alpine plants, and is one of the important factors to affect the phenology. Open-top chambers (OTC) were set for five species. The purpose of this study is (1) quantification of environmental factors and (2) observation of the response to growing terms that warmed artificially on alpine plants.

Mean air temperature inside OTC was warmer than outside, and wind speed was reduced inside. Effect of OTC caused different growth rate each species. For instance, *Artemisia pedunculosa* and *Polygonum weyrichii* var. *alpinum* in OTC indicated high growth rate. However, growth rate of *Campanula punctata* var. *hondoensis* in OTC was lower than outside. The difference of flowering season of all species between inside and outside OTC was not significant. But leaf color of *P. weyrichii* in OTC turned to brown later than outside. This result suggests that leaf longevity is temperature dependence to a certain extent.

高山帯において、春と秋の低温は植物の生育期間を制限し、そのフェノロジーや生理活性を決定する重要な要因となっている。本研究では、富士山の森林限界上部(標高約2400m)に生育する5つの種、ミヤマオトコヨモギ(*Artemisia pedunculosa*)、ヤマホタルブクロ(*Campanula punctata* var. *hondoensis*)、オンタデ(*Polygonum wayrichii* var. *alpinum*)、ムラサキモメンヅル(*Astragalus adsurgens*)、コケモモ(*Vaccinium vitis-idaea* var. *minus*)に対してオープントップチャンバー(OTC)を設置した。そして、OTCにより変化する環境条件(気温、湿度、風速など)を定量化し、人工的な生育条件の改善に対する植物の反応を解析した。

【方法】1996年の5月下旬から6月上旬にかけてアクリル製OTCを19セット設置した。OTC内外には熱電対を配し、地上10cmの気温、地下5cmの地温、葉温を連続的に測定した。また、定期的にOTC内外の湿度、風速も計測した。OTC内外の個体にマーキングを行い、7日おきにシュート高、葉数などを測定した。採集した葉のサンプルについては面積、SLA、クロロフィル量、窒素含有量を測定した。

【結果】OTC内部の気温は外部と比べ、約0.8℃高く、湿度は内部が平均10%低かった。OTC内部の地上40cmの風速は外部と比べ、90%以上減衰した。

OTCの内部環境に対する植物の反応は種ごとに異なった。ミヤマオトコヨモギ、オンタデ、ムラサキモメンヅル、コケモモのシュートの伸長率はOTC内部で高く、ヤマホタルブクロの場合ではOTC内部で低かった。葉数の増加率はオンタデとコケモモではOTC内部において高かったが、ミヤマオトコヨモギとヤマホタルブクロについては顕著な差は見られなかった。また、全ての種において開花の時期に変化は観察されなかった。9月の気温の低下に伴いオンタデの葉色が黄変したが、変化の程度はOTC内部で小さく、その差はクロロフィル量にも現れた。このことから、葉の寿命は秋の低温により制限されており、ある程度温度依存的であると推測される。



南極に設置したオープントップチャンバー内外の温度環境  
Temperature enhancement by open-top chamber experiment  
in Antarctica

伊村智, 神田啓史 (極地研)

S.Imura and H. Kanda (NIPR)

Two open-top chambers were installed in and out of moss population at Yukidori valley in Antarctica. Air temperature and light intensity in and out of the chamber were measured from Nov. 2, 1995 to Jan. 5, 1996. Daily maximum temperature in the chamber was about 5°C higher than out of the chamber, especially on sunny and windless day. It is important to monitor the vegetation in the chamber for a long period.

【はじめに】温室効果ガスによる地球規模での気候温暖化が懸念され、各地で植生への影響の予測実験が行われているが、温暖化が最も極端な形で植生に影響を及ぼすと考えられる南極地域での研究例は少ない。本研究は、植生の変化を予測する予備段階として、南極昭和基地周辺に設置したオープントップチャンバーが、チャンバー内の環境にどの程度の影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とする。

【方法】南極昭和基地から約 20km 南方のラングホブデ雪鳥沢下流域（標高約 10m）にオープントップチャンバー 2 基を設置し、内外の環境を測定した。チャンバーは一辺 92cm の六角形、高さは約 45cm で、アルミフレームと半透明の亚克力板で構成され、上部に蓋が無い開放型で、穏やかな温室的效果を期待する構造となっている。

チャンバーはコケ (*Bryum pseudotriquetrum* および *Ceratodon purpureus*) の良く発達した群落中と、10m ほど離れた無植生の砂礫地に設置した。それぞれのチャンバー内外には、コーナシステム製データロガーに接続した気温と照度のセンサーを設置し、1995 年 11 月 2 日から翌年 1 月 5 日までの約 2 ヶ月間、1 時間間隔でデータを収録した。

【結果】実験期間を通じて、完全なデータの収録に成功し、強度的にも十分南極の環境に耐えられることが確認されたが、いくつかの問題点も明らかになった。短い実験期間中でも、チャンバー内には強風で飛ばされた砂がかなり堆積していた。同様に吹雪によってかなりの雪が吹き溜り、これらのことが内部環境に影響する可能性がある。

チャンバー内外の温度では、日最低温度には差が無いものの、晴天時の日最高温度において 4～5 度の違いが見られた。この差は極地の陸上植生に対してはかなりの効果をもつ可能性があり、今後チャンバー内の植生の変化を継続的に観察することで、温室効果が極域の植生に及ぼす影響を予測するうえでの、重要なデータを得ることが期待される。



## The effect of UV on Antarctic Algal lipids

Skerratt, J.<sup>1</sup>, Davidson, A.<sup>2</sup> Nichols, P.<sup>1,3</sup>, McMeekin, T.<sup>1,4</sup><sup>1</sup> Antarctic Cooperative Research Centre, Hobart, Tasmania, 7001<sup>2</sup> Antarctic Division, Kingston, Tasmania, 7050<sup>3</sup> CSIRO Division of Marine Research, Hobart, Tasmania, 7001<sup>4</sup> Department of Agricultural Science, University of Tasmania, Hobart Tasmania, 7001

Sea-ice algae and shallow phytoplankton blooms in the marginal ice zone contribute much of the production in Antarctic waters. These algal species will experience the greatest effect of increased UVB radiation. Studies of the effect of UV-B radiation on the fatty acid and lipid content of algae have examined temperate algal species. The aim of this investigation was to analyse the effects of UV-B radiation on the fatty acid, total lipid and sterol composition and content of three Antarctic marine phytoplankton species: *Odontella weissflogii*, *Chaetoceros simplex* and *Phaeocystis antarctica*.

The response of algal lipid to UV-B radiation varied between the three species. *Odontella weissflogii* contained the highest proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and there was little change in the sterol, fatty acid and total lipid profiles following UV-B irradiation. *Odontella* did show a progressive decrease in the overall lipid concentration as UV-B irradiation increased. In contrast, when *Phaeocystis antarctica* was exposed to low UV-B irradiance, storage lipid was reduced and membrane components increased. There was also a higher proportion of PUFAs in comparison with the un-irradiated control culture. Exposure of *Phaeocystis* to high UV-B irradiance increased total lipid, triglyceride and free fatty acid concentrations. The flagellate life stage of *Phaeocystis* was absent under high UV-B irradiation and the larger colonial life stage would predominantly account for the apparent increase in lipid concentration. Free fatty acid concentrations increased in *Chaetoceros* after high UV-B irradiance and the concentration of lipid per cell also increased, suggesting possible cell mutation. Based on the preliminary lipid results of this study, the effects of UV-B on Antarctic marine microalgal lipids may be less than that observed for temperate species. Further research is needed to pursue these initial observations.

バイカル湖の湖底堆積物コア(BDP93/1&2)中の有機化合物による古環境変動の再現

Reconstruction of changes in paleoenvironments for Baikal sediment  
cores (BDP93/1&2) inferred from organic compounds

小作さゆり（東農工大農），松本源喜（大妻女大社会情報），高松信樹（東邦大理），本橋知子  
（大妻女大社会情報），西みゆき（東理大理）吉野由美（東理大理），日向ルミ子（大妻女大  
社会情報），竹村哲夫（東理大理），安部喜也（東農工大農）

Sayuri Kosaku (Fac. Agrical., Tokyo Univ. Agrical. Technol.), Genki I. Matsumoto (Sch. Social Inform. Studies,  
Otsuma Women's Univ.), Nobuki Takamatsu (Fac. Sci., Toho Univ.), Tomoko Motohashi (Sch. Social  
Inform. Studies, Otsuma Women's Univ.), Miyuki Nishi (Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo), Yumi Yoshino  
(Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo), Rumiko Hinata (Sch. Social Inform. Studies, Otsuma Women's Univ.),  
Tetsuo Takemura (Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo), Yoshinari Ambe (Fac. Agrical., Tokyo Univ. Agrical. Technol.)

We studied total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), various hydrocarbons, fatty acids, sterols and lignin degradation products in the sediment cores (BDP93/1&2, 102m) from Bugulgeika of Lake Baikal, Russia, to elucidate their geochemical features in relation to source organisms and paleoenvironmental conditions. Generally, TOC contents were low (0.35-1.1%, except for <3m), indicated oligotrophic conditions of the lake. The predominant molecules of hydrocarbons and fatty acids suggested that flora around Lake Baikal changed during sedimentation. As the distinctive features of TOC/TN weight ratio, fatty acid and sterol, the contribution of allochthonous organic matter was considerably high at depths of 0.32-1.84, 17.3, 43.1, 45.1, 53.1, 69.6-69.9 and 88.6m, and may reflect the period of warm and humid environment, while that was low at depths of 3.12, 5.95-6.27, 7.28-7.60, 18.6, 63.5, 33.2, 40.0, 57.1-57.3, 85.5-85.8 and 92.2, and may reflect the period of cold and dry environment. On the other hands, triterpens and triterupens were detected only unmaturred compounds ( $C_{27}$ - $C_{31}$ ). These results were consistent with these sediment cores were not influenced by thermal stress.

【はじめに】バイカル湖は、シベリア南部に位置する地溝湖で、約3000万年前に形成されたとされる世界最古の湖である。またバイカル湖をとりまくその特異的な環境は、湖内またはその周辺に千数百種にも上る固有種を擁するに至り、あらゆるフィールドサイエンスの分野においてその存在は重要なものとなっている。1992年からバイカル湖の湖底にある最大8000mにも達する堆積層から地球環境変動を解析することを目的とした、バイカルドリリングプロジェクト(BDP)が実施されている。本研究は、湖底堆積物コア中の炭化水素、脂肪酸、ステロール、リグニン、全有機炭素、全窒素等を指標とし、今までデータが欠如していた大陸内部における長期の気候変動・環境変動を解析した。

【試料および方法】試料は、BDPの一環として1993年の2月～4月にかけてバイカル湖南部のセレンガデルタ沖ブルグジェイカで掘削された102mの堆積物コアの一部を冷凍保存していたものを使用した。TOCおよびTN濃度はCHN分析計で測定した。試料中の有機化合物の分析は、Matsumoto (1994)の方法に準じて行った。リグニン酸化分解物の分析はHedges and Ertel (1982)の方法に準じて行った。有機化合物はGC-MSで同定定量した。

【結果および考察】一般にTOCの濃度は低く(0.35-1.1%, <3mを除く)、生物生産量は小さく貧栄養状態であったと判断される。炭化水素や脂肪酸の極大ピークの変化から、バイカル周辺の植生が時代が移るにつれて推移していることが考えられる。TOC/TN重量比、脂肪酸およびステロールの特徴から推定すると、外来生有機物の寄与率の高い(0.32-1.84, 17.3, 43.1, 45.1, 53.1, 69.6-69.9 and 88.6m)ところは温暖・湿潤な時期であったと考えられ、逆に低い(3.12, 5.95-6.27, 7.28-7.60, 18.6, 63.5, 33.2, 40.0, 57.1-57.3, 85.5-85.8 and 92.2m)ところは寒冷・乾燥な時期であったと考えられる。一方、トリテルパンやトリテルペンは、熱変成を受けていない $C_{27}$ - $C_{31}$ のみが検出され、これらの堆積物コアが地熱の影響をほとんど受けていないことと一致する。

P70

Changes of plant and vegetation diversity on latitudinal gradient on  
Taymyr Peninsula.

Matveyeva, N. (Komanov Bot.Inst., RUSSIA)

南極産蘚類 *Bryum amblyodon* の生殖器官形成Production of sexual organs on *Bryum amblyodon* in Antarctica

樋口正信（国立科学博物館），中坪孝之（広島大），伊村智，神田啓史（極地研）

M. Higuchi (National Science Museum), T. Nakatsubo (Hiroshima Univ.),

S. Imura and H. Kanda (NIPR)

Development of gametangia and sporophytes were investigated on an Antarctic moss, *Bryum amblyodon*, based on the specimens deposited in the herbarium of NIPR. The results were as follows; 1) male and female gametangia were found on the plants throughout the year, 2) fertilization was thought to occur during October to December, 3) male gametangia were found more frequently than female ones, 4) male and female gametangia on a gametophyte matured at the same time, 5) the polysety (more than one sporophytes produced from a single gametophyte) were observed on some fertile plants.

【はじめに】環境の厳しい昭和基地周辺においては、ほとんどのコケ植物は有性生殖を行うことが出来ず、無性的に繁殖していると考えられている。この地域で胞子体の形成が知られている数少ない蘚類の一種である *Bryum amblyodon* において、その生殖器官形成を調べ、極地環境下における有性生殖の実体を知ることがを目的とする。

【方法】国立極地研究所に所蔵されている *Bryum amblyodon* の標本 55 点について、生殖器官の有無と成熟段階、胞子体の有無と成熟段階を調べた。造精器、造卵器、胞子体の成熟段階の表示は、Imura & Iwatsuki(1989)に従った。

【結果】観察の結果、以下の 4 点が明らかになった。

- (1) 雄性生殖器官、雌性生殖器官とも、ほぼ一年中にわたって植物体上に存在する。
- (2) 受精は 10 月から 12 月に行われる。
- (3) 本種は雌雄同株であるが、造精器のみが形成され、造卵器の形成が見られないことがある。
- (4) 一般にコケ植物の生殖器官形成では、造精器の形成の時期が造卵器の形成の時期よりより早く、またその期間も長いことが知られているが、本種では、同じ時期に同調している。
- (5) 胞子体が観察された標本において、ポリセティ（一個体の配偶体上に複数の胞子体が形成される現象）が見られる。

これらのことが極地において特有なことなのか、または本種の特性なのかは、今後他地域との比較において解明する必要がある。

培養実験による南極植生の定着過程  
The colonization process of Antarctic vegetation studied  
by culture experiments

鮎川 恵理 (東京農工大), 伊村 智 (極地研), 神田 啓史 (極地研), 福嶋 司 (東京農工大)

E.Ayukawa(Tokyo Univ.of Agr. and Tech.), S.Imura(NIPR),

H.Kanda(NIPR), T.Hukusima(Tokyo Univ. of Agr. and Tech.)

To clarify the colonization process of Antarctic vegetation, the vegetational composition and soil features were first determined on the site. The identification of propagules present in soils and the determination of their germination possibilities were then made by culture experiments. Microbial organisms present in the soils were cyanobacteria (*Microleus* sp., *Lyngbya martensiana*, *Nostoc* sp., *Petalonema velutinum*), mosses (*Bryum amblyodon*, *Ceratodon purpureus*, *Pottia heimii*) and imperfect lichen. The shoot abundance of each sample was considered to be dependent on the soil water content and vegetation coverage on the site.

種子植物が分布しない単純な生態系からなる東南極では、一次遷移の過程はバクテリア、藻類、蘚苔類および地衣類の侵入によって進んでいくことが知られている。しかしながら、それらの植物の侵入や定着過程の研究は非常に少ない。そこで本研究では、南極における裸地への侵入と定着過程を考察することを目的とし、現地の植生と土壤環境を把握し、土壤中の植物の繁殖体とその発芽能力を明らかにした。

[方法] 本研究に用いた土壤サンプルは、1989年に共同研究者の神田が、昭和基地南方のラングホブデ雪鳥沢の、沢沿いに成立している蘚類群落および周辺の裸地において採取し、-20℃の暗所で7年間保存したものである。サンプルの、土壤水分含量、pH、粒度、栄養塩類を測定した後、約3gをシャーレ内に広げKnop II液を加えて、16時間明期8時間暗期で12週間培養した。培養は9℃、11℃、15℃、20℃、25℃の5段階の温度で行った。シャーレ内の培養中の土壤を28のメッシュに分け、1週ごとにメッシュ内の藻類、菌類、蘚類原糸体、蘚類配偶体を実体顕微鏡で観察、記録した。

[結果・考察] 培養により出現した植物は、不完全地衣類のほか藻類では藍藻類の*Micricoleus* sp., *Lyngbya martensiana*, *Nostoc* sp., *Petalonema velutinum*など、蘚類ではキョクチハリガネゴケ(*Bryum amblyodon*)、ムラサキヤネゴケ(*Ceratodon purpureus*)、キョクチセンボンゴケ(*Pottia heimii*)であった。蘚類の出現時期、種類、シュート数はサンプルごとに異なっていた。土壤の水分含量が高く、蘚類被度の高いコドラート内で採取されたサンプルで、多くの蘚類シュートが出現した。これにより、土壤の高い水分含量は現地での定着の要因の一つであり、培養で出現した植物は現地の植被をよく反映していたと考えられる。培養温度に関しては、25℃の温度で最も藻類の出現が早く、蘚類は20℃、16℃で数多く出現した。これらの結果と現地の土壤環境や生育環境をもとに考察をする。



南極昭和基地周辺で発見された種子植物  
A flowering plant found in the Syowa Station area, Antarctica

神田啓史・伊村 智（国立極地研究所）

H. Kanda and S. Imura (NIPR)

A flowering plant was first found in July 1995 about 25 km south of Syowa Station. The plant was observed in rock fissure about 5 m north of a small hut for penguin study. It grew in single tuft about 20 cm wide and it had dozen of green shoots about 20 cm tall. In February 1996, this plant had several flowers but not seeds. This plant is considered to belong to the family Gramineae. After identification of the sample in Japan. This plant was assigned to be *Poa trivialis* L. This species is kind of a weedy plant originating from West Asia. At the present time, it spreads to the Southern Hemisphere, e.g. Chile, New Zealand, Australia, South Africa, South Georgia and Kerguelen Island. This species is considered to be an alien plant introduced into the Antarctic botanical zone from the other continents or islands.

1995年7月、南極昭和基地（69°00′22″S、39°35′24″E）に種子植物が発見された。植物は昭和基地から約20km離れた露岩域ラングホブデに建設された観測小屋の北側の岩隙に生育していた。同年12月から翌年の2月までの夏期間に現場を再調査した結果、この植物はイネ科植物と判断された。12月半ばで数本の若いシュートが出始め、2月には葉はやや赤みを帯び、数本の花茎に穂が認められた。植物体は一株であり、根元から数十本のシュートが展開し、約20cmの草丈まで発達した。古いシュートや花茎から判断してこの植物は3度以上の越冬を生き抜いた来たものと考えられる。植物体の一部を日本に持ち帰り観察した結果、細い根茎から多年草であること、葉舌は楕円形、枝はザラつくなどにより、オオスズメノカタビラ（*Poa trivialis* L.）と同定された。本種は欧州から西アジアにかけてが原産であり、北アメリカなど北半球に広がったが、現在では南半球のチリ、ニュージーランド、オーストラリア、南アフリカ、サウスジョージア、ケルゲーレンなどでも報告されている。

本種は何らかの人為的な輸送によって南極に種子を持ち込まれ、定着した可能性はあるが、本種が昭和基地と比較的近い距離にある亜南極のケルゲーレンとサウスジョージアに帰化植物として報告されていることを考えると、風や鳥による種子の輸送も否定はできない。また、地球規模での温暖化が氷床の急速な融解を招き、植物の生育期間や生育環境に変化を与えている可能性もある。

# 富士山の高山帯に生育するイタドリのRubisco含量の季節変化 Seasonal changes in Rubisco content of *Polygonum cuspidatum* growing in alpine zone of Mt.Fuji

松浦 智彦、浅沼 隆行、増沢 武弘、石川 勝利 (静岡大・理)

T. MATSUURA, T. ASANUMA, T. MASUZAWA, K. ISHIKAWA (Shizuoka univ. )

*Polygonum cuspidatum* growing in the alpine zone of Mt.Fuji is one of the pioneer plants of the early successional stage. We determined Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase(Rubisco) content in leaves of this perennial herbaceous plant. As a result, Rubisco content per leaf area in upper leaves showed a peak in mid-August, and that of lower leaves showed two peaks in mid-June and in early August. Rubisco content per leaf area in lower leaves decreased in early July, and the rate of increase in total leaf area showed a peak in the same period. However, the rate of increase in total Rubisco content did not change in July. These results suggested that lower leaves play a role as the source of nitrogen for upper leaves in early July.

富士山の高山帯では現在も一次遷移が進行しており、裸地には数種類の先駆植物が侵入している。このうちイタドリは、幅広い分布域をもつことから様々な環境への適応能力が注目されてきた。高山帯に生育するイタドリは、短い生育期間にも関わらず毎年繁殖を繰り返して個体を存続させており、他の植物とは異なる物質生産が行われていると予測される。これについて、地下茎の炭水化物の季節変化は報告されているが、イタドリの光合成速度については測定が困難なため、報告例が少ない。そこで本研究では、短期間における物質生産を詳しく調査するため、光合成速度に相関の高いRubisco含量の季節変化を第3葉(下位)、第7葉(中位)、第10葉(上位)に分けて測定した。

その結果、葉面積当たりのRubisco含量は、第3葉では6月中旬に最大量に達した後、7月上旬に一時減少し、8月上旬に再びピークを示した。第10葉と第7葉では7月上旬から中旬にかけて顕著な増加は見られず、7月下旬から増加し8月中旬に最も高くなった。第3葉、第7葉、第10葉の完全展開時期はそれぞれ7月上旬、7月中旬、8月上旬であった。一方、気温は8月中旬に最高値を記録した。これらの結果のうち、第3葉で一度減少したRubisco含量が再び増加するという現象に注目した。この減少の原因が環境要因にあるとすれば、他の葉にも同様の減少傾向が見られることが予想される。しかし、上位の葉では逆に増加傾向が見られ、環境要因を主要な原因と考えることは困難であった。次に、葉の急速な展開とRubisco含量の減少との関係を調べた。地上部の総葉面積と総Rubisco含量の変化をそれぞれ第3葉、第7葉、第10葉での合計値の変化と仮定し、その変化速度を解析した。その結果、総葉面積の増加速度は7月上旬に最大に達し、総Rubisco含量の増加速度は7月中はほぼ一定であった。総Rubisco含量の増加率が一定であるにも関わらず、総葉面積の増加速度が最大となる時期に下位の葉の葉面積当たりのRubisco含量が低下した。これらの結果から、急速に展開する上位の葉への窒素供給を下位の葉が補い、第10葉のRubisco含量が最大量に達するまでの時間を短縮している可能性が示唆された。このようにイタドリは、地下茎の炭水化物の迅速な移動や効率的なRubisco含量の挙動など、物質輸送の形態が他の植物とは大きく異なると推測され、このことが様々な場所への適応を可能にし、結果として広い分布域を持つことになったと考えられる。

## 富士山高山帯におけるコタヌキランの光合成特性

Photosynthetic characteristics in *Carex doenitzii* on the alpine zone of Mt. Fuji

木部 剛 (総研大・極域科学), 増沢 武弘 (静岡大・理), 神田 啓史 (極地研)  
 T. KIBE (Grad. Univ. Advanced Studies), T. MASUZAWA (Shizuoka Univ.)  
 and H. KANDA (NIPR)

Net photosynthetic rate and microenvironments were measured for *Carex doenitzii* at the alpine zone of Mt. Fuji. Measurements were carried out with portable photosynthesis system in situ during the growing season. Maximum photosynthetic rate was the highest in late June. The rates showed dependence on PPFD (photosynthetically active photon flux density). In August, the photosynthetic rates showed no dependence on PPFD. This may be caused by stomatal closure resulted from the low vapor pressure in the ambient air.

【はじめに】高山帯に生育する多年生草本植物は、積雪や低温などの影響により生育期間が低地に比べ短く制限されている。植物はその限られた期間内で地上部を伸長させ、さらには繁殖のための種子生産を行わなければならない。短い生育期間中には、雪解けから梅雨、さらには夏の高温乾燥という植物体を取りまく環境条件の変化が生じるが、本研究では、植物がその変化にどのように対応して物質生産を行っているのかを明らかにすることを目的として光合成速度、環境要因の測定を行った。

【方法】富士山高山帯に生育するスゲ属コタヌキラン(*Carex doenitzii*)について純光合成速度、蒸散速度および気孔コンダクタンスの測定を行い、同時にフェノロジーの観察を行った。測定は調査地にて携帯型光合成測定装置を用いて1995年6月下旬、8月上旬、8月下旬、9月上旬の4回行った。併せて微環境要因を測定し値の補正に用いた。フェノロジーの観察は生育期間中、成熟個体20個体を対象に行った。

【結果】調査地におけるコタヌキランの生育期間はおよそ5ヶ月間であり、そのうち生育開始から約3ヶ月間で種子生産が完了した。最大光合成速度は4回の測定の中では種子成熟が開始する6月下旬にもっとも大きく、速度は光量子密度に依存的であった。種子が散布される8月上旬から下旬にかけては最大光合成速度は小さくなり、光依存性を示さなかった。この速度低下は、光条件が充分であるにもかかわらず、地表面の高温乾燥のもたらす大気中の水蒸気圧の低下が気孔の閉鎖を引き起こした結果によるものと推察された。9月に入ると葉が黄変し始め一時的に光合成速度は上昇したが、これは気孔の開閉調節が不全になった結果であると推察された。以上の結果から、コタヌキランは梅雨時の水分条件の好適な時期に強光を利用した高い光合成を行って種子成熟を完了させ、それ以降、葉が枯れるまでの間、小さいながらもプラスの物質生産を維持していることが明らかになった。

## 乗鞍岳のオオシラビソからなる森林限界の形成要因

Cause of tree-line of *Abies mariesii* on Mt. Norikura

京相芳紀、熊谷壮史、丸田恵美子（東邦大・理）

Y. Kyousou, T. Kumagai, E. Maruta (Toho Univ.)

Causes of tree-line were studied at a timberline ecotone consisting of *Abies mariesii* on Mt. Norikura in central Japan. Some needles of krummholz were died during the winter. Cuticular resistance of current-year needles of *Abies mariesii* was lower at the krummholz limit than at the sub-alpine forest in late October. In the following spring, however, relative water content of needles of krummholzs was similar to that of sub-alpine trees probably due to continuous snow fall during the winter. Thus, cause of needle death may be freezing in the early spring.

〔はじめに〕森林限界とは、高緯度地方又は高山において、低温、強風、土壌条件の劣化等のため森林が成立できなくなる限界線のことであるが、その成立要因については、はっきりとした結論が出されていない。本研究は、亜高山帯針葉樹林上部から樹木限界に至る移行帯において、オオシラビソの針葉の形質や生理生態的特性がどのように変化するかを測定することにより、森林限界の形成要因を明らかにすることを試みたものである。

〔方法〕試料の採取は生育期間終了後でほとんど積雪のない1995年10月中旬、生育期間開始前で積雪が2～3 mある1996年5月下旬に、長野県の乗鞍岳東側斜面の標高2090～2520 mまでの地域で行った。オオシラビソの枝を移行帯内の標高の異なる地点から採取し、これらの当年枝について相対含水量（RWC）、クチクラ蒸散速度、電解質溶出量（E.L.）、耐凍性、耐乾性等を測定した。

〔結果〕越冬後の5月下旬に標高2400～2500 mの樹木限界付近で採取した枝では、風上側の針葉がまとめて枯死しており、冬季の環境ストレスが樹木の生育を妨げていることが分かる。10月の測定では、樹木限界付近のクチクラ蒸散速度は亜高山帯針葉樹林上部に比べて、有意に大きな値となったことから、高い標高域の気候条件がクチクラ層の発達を妨げるものであるといえる。それにもかかわらず、越冬後の5月にも、RWCの値には両地点で差はなかった。このことから、冬季に日本海性気候の下で降雪が続き、樹木限界付近でクチクラ層が未発達でもクチクラ蒸散により失われる水分がそれほど多くないことが推察される。そこで、耐凍性、耐乾性の測定結果を基にして森林限界の形成要因を考察、検討していきたい。

P77

The vegetation of Nelson Island Lakes  
- South Shetland Islands, Antarctica.

Putzke, J. (Santa Cruz Univ., BRASIL)



## 南極産好冷性酵母による高塩濃度条件での硝酸塩除去

## Nitrate removal by Antarctic psychrophilic yeast cells under high salt conditions

石川覚之（山梨大工），西川二郎（東京理科大理工），辻 政雄（山梨県工技セ），  
小宮山美弘（山梨県工技セ），平山けい子（山梨大工），平山公明（山梨大工）

<sup>1</sup>Satoshi ISHIKAWA, \*Jiro NISHIKAWA, \*\*Masao TSUJI, \*\*Yoshihiro KOMIYAMA,

<sup>1</sup>Keiko KATAYAMA-HIRAYAMA, <sup>1</sup>Kimiaki HIRAYAMA

<sup>1</sup>Yamanashi Univ., \*Science Univ. of Tokyo, \*\*Yamanashi Industrial Technology Center

## ABSTRACT

Nitrate removal in the presence of high salt concentrations and at low temperature was investigated using *Candida* sp. isolated from the upper layer of Lake Vanda in Dry Valley, Antarctica.

The strain was cultured on the synthetic medium containing nitrate ( $\text{NO}_3\text{-N}$ , 100-150mg/l) as a nitrogen source, and examined the time course of growth,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and Total Organic Carbon (TOC) concentration in the presence of 0-20% NaCl at 5°C, aerobically. Amino acid composition of the yeast cells cultured at various nitrogen sources was also determined.

*Candida* sp. can remove  $\text{NO}_3\text{-N}$  more than 90% up to NaCl concentration of 10% in the medium. Compared with 0% NaCl, 4% NaCl in the medium did not influence growth rate, removal of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and TOC, but at 8 and 10% NaCl the growth and removal of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and TOC were slightly decreased. The yeast did not grow on the medium containing 15 and 20% NaCl. Amino acid composition of the yeast cells did not change with nitrogen source.

## [はじめに]

近年、廃水処理において、酵母を使った研究が報告されている。酵母は細菌と比較して大型であり固液分離が容易、低いpH、高濃度の負荷に耐える、回収される菌体が栄養に富み、バイオマスとして利用できるなど様々な特徴を持っている。一方、硝酸性窒素を含む水処理にイオン交換樹脂が用いられているが、この樹脂の再生には高濃度の食塩水が使われることが多く、その廃水には、高濃度の硝酸性窒素と食塩が含まれる。この様な廃水の処理に対処するため、本研究では南極マクマードドライバレイ地域のバンダ湖上層水より分離された*Candida* sp.を用い、低温好気的条件下で塩分濃度0～20%での硝酸性窒素の除去を試みた。

## [方法]

本研究で使用した好冷性酵母*Candida* sp.は、0～15°C付近に至適生育温度があり、硝酸塩の資化性(+) ビタミン要求性(-)、NaCl耐性(0～5%) (+)、醗酵性(lactoseを除く)(+)、などが特徴の酵母である。*Candida* sp.の保存菌株をYM培地50～100mlに1白金耳加え5～10日間前培養した後、硝酸塩を窒素源( $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 100～150mg/l)にした簡易合成培地100mlに菌体を約0.1 g(乾燥重量)加え、培養温度5°Cで、4日～約1カ月間振とう培養した。この培養液のNaCl濃度等の条件を変え、菌体量、培養液中の溶存有機炭素(TOC)、硝酸性窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )を経時的に測定し、酵母の生育と $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去の様子を調べた。また、窒素源を変えて菌体を培養し、菌体のアミノ酸分析を行なった。

## [結果]

*Candida* sp.は培養液中の塩分濃度が10%までは硝酸塩を90%以上除去できることがわかった。塩分濃度が0%の場合と比較すると、4%までは塩分の影響は観察されなかったが、8、10%になると酵母の生育速度(比増殖速度)が遅くなり、同様にTOC除去、硝酸塩除去の速度も遅くなっていた。塩分濃度が15、20%では酵母がほとんど増殖しなかった。異なった窒素源で培養した場合でも、菌体のアミノ酸組成は変化しなかった。

ノルウェー産好冷性糸状菌 *Typhula ishkariensis* 耐凍性の分類群間の差異

Variation in freezing resistance between isolates of a psychrophilic fungus, *Typhula ishkariensis* from Norway

星野 保 (工技院 北工研), Anne Marte Tronsmo (ノルウェー作物研), 松本直幸 (農水省 農環研), 荒木 忠 (北大 低温研), 合田孝子 (工技院 北工研), 扇谷 悟 (工技院 北工研), 石崎紘三 (工技院 北工研)

T. Hoshino (HNIRI), A.M. Tronsmo (Nor. Crop. Res. Inst.), N. Matsumoto (NIAES), T. Araki (Hokkaido Univ.), T. Goda (HNIRI), S. Ohgiya (HNIRI), K. Ishizaki (HNIRI)

*Typhula ishkariensis* is a psychrophilic fungal pathogen on winter cereals and grass. *T. ishkariensis* isolated in Norway have been classified into three groups (I, II and III) dependent on morphology and mating reaction. They also differ in distribution pattern, group III being most prevalent in northernmost areas. An explanation for this could therefore be that group III strains better adaptation to low temperatures than the other groups. In this article, we aim to elucidate the low temperature adaptation of *T. ishkariensis* group I and III strains from biochemical viewpoints. Frost tolerance of strains from both groups were determined. Mycelia of all strains were frozen to  $-40^{\circ}\text{C}$  in a program freezer at the cooling rate of  $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$  or  $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$ . All strains of group III could survive at  $-40^{\circ}\text{C}$ , but group I strain regrowth was inhibited by the rapid freezing. It was known that some other snow mold had antifreeze protein (AFP) like protein in cytosol. A 30 kDa protein in group III strongly immunoreacted with anti-AFP I antibody, and the 30 kDa protein content of group I strains was lower than that of group III. These results indicated that the ecological location of group I and III strains under natural climate can be explained by the resistance to freezing stress.

〔はじめに〕 好冷性糸状菌 *Typhula ishkariensis* は北半球に広く分布する植物病原菌である。ノルウェー国内における本菌は、松本らによって3つのグループ (I, IIおよびIII) に分類されている。特にgroup IとIIIは遺伝学的性質が極めて類似しているが、ノルウェー南部山岳地帯ではgroup Iが優占し、低温ストレスのより厳しい北部沿岸地帯ではgroup IIIが優占している。本研究ではgroup IおよびIIIの生態学的位置の差を明らかにする目的で、本菌耐凍性の分類群間の差異について検討した。

〔方法〕 1992年にノルウェー各地で採集したgroup I, IIIそれぞれ6株を実験に供試した。プログラムフリーザーを用いて菌体を $-40^{\circ}\text{C}$ まで緩慢凍結 ( $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ) あるいは急速凍結 ( $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ) させた後、 $2^{\circ}\text{C}$ で融解させ、PDA培地に移し $2^{\circ}\text{C}$ または $10^{\circ}\text{C}$ で培養を行った。菌糸の再増殖を確認することにより、耐凍性の検定を行った。また、*T. ishkariensis* に近縁の *T. incarnata* では不凍タンパク質類似のタンパク質 (AFP) の存在が報告されている。そこでウエスタンブロッティングによりAFP様タンパク質の検索を行った。

〔結果および考察〕 増殖可能温度域はgroup Iで $-5\sim 20^{\circ}\text{C}$ であり、group IIIでは培養温度 $10^{\circ}\text{C}$ 以上において熱ストレスによる増殖の阻害が見られ、 $20^{\circ}\text{C}$ における増殖は認められなかった。増殖の至適温度はgroup Iで $10^{\circ}\text{C}$ 、group IIIでは $4^{\circ}\text{C}$ であった。それぞれの菌株の耐凍性の測定を行ったところ、 $-40^{\circ}\text{C}$ まで緩慢凍結を行っても全ての菌株に再増殖が確認された。一方、急速凍結ではgroup IIIではその影響がほとんど認められなかったが、group Iでは再増殖に時間のかかる株が多く存在した。気中菌糸を形成するgroup III数株を用いて菌体凍結温度を測定したところ $-6\sim -10^{\circ}\text{C}$ 付近に存在した。この結果は *T. ishkariensis* の耐凍戦略は細胞外凍結によるものと考えられる。また、抗AFP I抗体と免疫学的交叉する分子量30 kDaタンパク質の存在がgroup IおよびIII細胞質画分に認められた。本タンパク質の細胞質内含量は、group Iに比してgroup IIIの方が高かった。これらの結果から、group IおよびIIIの生態学的位置の差は耐凍性の差による可能性が推定された。今後、group IIIの耐凍性に関与する因子を同定することが望まれる。

## MICROBIAL BIODIVERSITY OF ANTARCTICA AND TEMPERATURE SENSING IN PSYCHROTROPHIC BACTERIA

S. SHIVAJI

Centre for Cellular and Molecular Biology

Uppal Road, Hyderabad 500 007, INDIA

Antarctica is populated by a heterogenous group of microorganisms including bacteria, yeasts, fungi and algae despite the extreme cold conditions prevailing in the icy continent. All these microorganisms living in the antarctic not only survive in cold but are able to grow at low temperatures, near 0°C. In order to adapt to these cold conditions and to survive and to grow, these microorganisms need to carry out all their biological activities in a coordinated fashion. It is in this context it would be important for these psychrotrophs to possess strategies which would maintain the functional status of their membranes, their enzyme systems should be cold-active and replication, transcription and translation activities must be functional. They should also be capable of sensing temperature.

This review provides evidence to indicate that psychrotrophs adapt to the cold environment due to the following reasons :

- 1 Psychrotrophs possess an ability to modulate their membrane fluidity and permeability.
- 2 Psychrotrophs possess enzymes which are active at low temperatures.
- 3 Psychrotrophs are capable of transcription and translation activities at low temperatures.
4. Psychrotrophs are capable of sensing environmental temperature by exhibiting differential phosphorylation of membrane proteins and lipopolysaccharides.

# 南極マクマードドライバレーの岩石内微生物群に存在するステロールの生物地球化学的特徴

## Biogeochemical features of sterols in cryptoendolithic microbial communities from the McMurdo Dry Valleys, Antarctica

関谷絵里（東農工大農），松本源喜（大妻女大社会情報），E. イムラ  
 フリードマン（フロリダ州立大生物），安部喜也（東農工大農）  
 Eri Sekiya (Fac. Agricul., Tokyo Univ. Agricul. & Technol.),  
 Genki I. Matumoto (School Social Inform. Stud., Otsuma Women's Univ.),  
 E. Imre Friedmann (Dept. Biol. Sci., Florida State Univ.),  
 Yoshinari Ambe (Fac. Agricul., Tokyo Univ. Agricul. & Technol.)

Various sterols in cryptoendolithic microbial communities from the McMurdo Dry Valleys, Antarctica were studied to clarify their biogeochemical features and source microorganisms. Sterols (cholest-5-en-3 $\beta$ -ol, 24-methyl- and 24-ethylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol, and 24-methyl- and 24-ethylcholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol) were detected in the microbial communities, together with stanols (5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol, 24-methyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol and 24-ethyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol). Cholest-5-en-3 $\beta$ -ol was found in all samples. Most predominant sterol was cholest-5-en-3 $\beta$ -ol, 24-methylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol or 24-ethylcholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol.

【はじめに】マクマードドライバレーの露岩地帯の岩石表面は極低温，乾燥，強力な紫外線などの影響を受け，南極大陸の中で最も過酷な環境で生物はほとんど生息していない。このような環境に適応するため，生物は主として多孔質で光の透過性をもつ石英質の砂岩の表面近くの岩石内部に分布する。岩石内部には微細地衣類，藻類，シアノバクテリア，バクテリアおよび菌類などから構成される岩石内微生物群（cryptoendolithic microbial communities）が存在する。Matsumoto *et al.* (1992) は，これらの微生物群に一連の長鎖（ $\geq C_{20}$ ）の直鎖およびアンチイソのアルカンならびにアルカノイック酸を検出し，その起源は共存する未同定の無色バクテリアと推定している。本研究では種々の岩石内微生物群に存在するステロールの特徴を明らかにし，起源微生物を推定するとともに，生物地球化学的意義を検討する。

【試料および方法】微生物群が現在生息する岩石および過去に生息した（化石化した）岩石は，マクマードドライバレーの Linnaeus Terrace, Battleship Promontory, Mount Fleming, Dais および Gneiss Point などで，Friedmannらが採取し，-30℃で保存したものを使用した。岩石試料を砂粒子まで粉碎し，0.5M水酸化カリウム/メタノールで加熱（80℃, 2h）後，塩酸酸性にし酢酸エチルで抽出した。抽出した有機成分は濃縮後，シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより，炭化水素および脂肪酸フラクションに分離した。ステロールはトリメチルシリル誘導体として，ヒューズドシリカキャピラリーカラムを接続した JOEL JMS Automass 150 ガスクロマトグラフ・マススペクトロメーターで同定定量した。

【結果および考察】岩石内微生物群は卓越する微生物群により，lichen-dominated communities, red *Gloeocapsa* communities, *Hormathonema-Gloeocapsa* communities および *Chroococcidiopsis* communities などに分類されている（Friedmann *et al.*, 1988）。これらの微生物群中には通常未同定の無色の従属栄養バクテリアが共存する。

岩石内微生物群試料中には，数種類のステノール（コレスト-5-エン-3 $\beta$ -オール，24-メチルおよび24-エチルコレスタ-5,22-ジエン-3 $\beta$ -オール，24-メチルおよび24-エチルコレスト-5-エン-3 $\beta$ -オール）および3種類のスタノール（5 $\alpha$ -コレスタン-3 $\beta$ -オール，24-メチル-5 $\alpha$ -コレスタン-3 $\beta$ -オールおよび24-エチル-5 $\alpha$ -コレスタン-3 $\beta$ -オール）が同定された。全ての試料からコレスト-5-エン-3 $\beta$ -オールが検出され，最も多いステロールは，コレスト-5-エン-3 $\beta$ -オール，24-メチルコレスト-5-エン-3 $\beta$ -オールまたは24-エチルコレスタ-5,22-ジエン-3 $\beta$ -オールであった。これらのステロールは，緑藻類やシアノバクテリアに由来すると考えられるが，個々の微生物との関連は検討中である。



## 雪腐病菌の脂質

## Lipids of snow molds

イストコバーチ、アニタ (北大地球環境・北工研)、泉和雄 (北工研)、  
星野保 (北工研)、澤田美智子 (北工研)、石崎紘三 (北工研)、森田直樹 (北工研)、  
奥山英登志 (北大地球環境・北工研)

A. Istokovics (Hokkaido Univ./HNIRI), K. Izumi (HNIRI), T. Hoshino (HNIRI), M. T. Sawada (HNIRI), K. Ishizaki (HNIRI), N. Morita (HNIRI), H. Okuyama (Hokkaido Univ./HNIRI)

The total lipid from the hyphae of *Microdochium nivale* was fractionated chromatographically on silicic acid into the neutral lipid (NL) and polar lipid (PL) fractions. In the NL fraction triacylglycerol (TG) was a major component. The PL fraction contained phospholipids such as phosphatidylethanolamine (PE), phosphatidylcholine (PC), phosphatidylglycerol (PG), phosphatidylserine (PS), and phosphatidic acid (PA), a sterylglycoside, and a glycosphingolipid. A betaine lipid, diacylglyceryltrimethylhomoserine (DGTS) was found as an unusual lipid constituent in fungi. The total lipid of *M. nivale* contained 18:3, 18:2, 18:1, and 16:0 as principal fatty acids.

[はじめに] *Microdochium nivale* は主にイネ科植物に感染し、雪腐病を引き起こす病原菌として知られている。積雪下でも生育することから、その性質は好冷的又は耐冷的と考えられるが、低温耐性及び低温適応機構は不明である。本研究ではこれらの雪腐病菌の低温適応（耐性）の機構を脂質レベルで明らかにすることを目的に、脂質及び脂肪酸分析を行った。

[材料と方法] *M. nivale* をポテト-デキストロース液体培地を用いて振とう培養した。遠心で集めた菌体から定法により全脂質を抽出し、これをケイ酸カラムによりクロロフォルム画分とメタノール画分に分けた。メタノール画分中の各脂質クラスは二次元 TLC プレート上での検出試薬に対する反応性、及び標準脂質との移動度の比較により同定した。この方法で同定されなかったものは、TLC プレートからのかき取り、抽出の後、IR、<sup>1</sup>H-NMR 及び FAB/MS に供し、構造を決定した。脂肪酸はメチルエステルとし、GLC 及び GC/MS により分析した。

[結果及び考察] *M. nivale* の全脂質のクロロフォルム画分は主として TG からなり、その含量は菌系の加齢に大きく依存し、stationary phase ではクロロフォルム画分は全脂質の約 90%（重量比）を占めた。メタノール画分は多数の極性脂質からなり、主要なものとして、PE、PC、PA などのリン脂質、それぞれ 1 種のスフィンゴ糖脂質とステリルグリコシドが認められた。さらに、菌類では報告が希なベタイン脂質である DGTS の存在が確認された。全脂質を構成する脂肪酸は 16:0、18:1、18:2、18:3 が主要なものであった。



画像解析技術を用いて、ヒマラヤ雪氷コア中の微生物を計測する

Television image analysis of microbial communities  
in a Himalayan glacier for biological ice core analysis

吉村義隆（東工大）、河崎行繁、辻堯（三菱化学生命研）、幸島司郎（東工大）

Y. Yoshimura<sup>1</sup>, Y. Kawasaki<sup>2</sup>, T. Tsuji<sup>2</sup>, and S. Kohshima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Life Sciences, Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup> Mitsubishi Kagaku Institute of Life Sciences

In a Himalayan glacier, there are many kind of microorganisms, such as snow algae and bacteria.

In the accumulation area of the Yala Glacier in Nepal, the microbial growth occurred in summer. The microbial layers are berried by monsoonal snow and stored in glacial strata as a dirt layer. Therefore, the microbial communities in the dirt layers could be a new environmental signal reflecting past environmental condition during the summer.

In this study, in order to detect microbial communities in ice core samples, television image analysis was done using an epifluorescence microscope.

一般にはほとんど知られていないが、雪と氷の世界である氷河にも、多様な生物が生息している。今回調査を行った、ネパールヒマラヤ・ランタン地方に位置するヤラ氷河（標高5100-5700m）においても、藻類やバクテリアの他、ミジンコ、ワムシ、ユスリカ等が生息している。ヤラ氷河の涵養域では、気温の上昇する春から夏にかけて、藻類やバクテリアが積雪表面付近で増殖する。これらの微生物を含んだ積雪層は、夏の終わりから秋にかけてのモンスーンの降雪によって覆われ、氷河水体内に保存される。従って、ボーリングによって得られる過去の積雪層（雪氷コアサンプル）には、当時増殖した微生物が含まれており、これらの微生物量は、その年の増殖環境を反映していると考えられるため、過去から現在にかけての環境変動を伝えるシグナルになりうる可能性がある。

1994年7－8月にかけて、ヤラ氷河標高5350m地点（涵養域）において、深さ約7m（約10年間分）の雪氷コアを採集した。コア中の微生物の解析方法としては、これまで光学顕微鏡によって藻類数を計測する方法を行ってきたが、バクテリアに関しては、信頼できる検出技術がないため解析を行うことができなかった。ヒマラヤの氷河の雪氷コア中には、鉱物粒子が多く含まれるため、鉱物粒子などへの非特異的吸着や、鉱物粒子の自己蛍光によって、従来のDAPI等を用いた方法では、正確なバクテリア数を計測することは困難であった。本発表では、バクテリアを含めた、コア中の微生物数を精度よく計測するための方法として、様々な蛍光試薬を用いた微生物検出方法について講演する。

## 南極淡水産緑藻の高温及び凍結耐性

Heat and Freeze Tolerances of Antarctic Freshwater Green Algae

長島秀行（東京理科大・基礎工）、百瀬春生（東京理科大・基礎工）

H.Nagashima (Science Univ. of Tokyo), H.Momose (Science Univ. of Tokyo)

The unicellular green alga, *Chlorella vulgaris* S0-26 isolated from moss surface near Showa Station, Antarctica, was heated at 37.5 °C for 1 hour, then the photosynthetic activity was lost completely. On the other hand, the photosynthetic activities of mesophilic algae, *C. vulgaris* C-135 and *C. sorokiniana* C-133 were not affected by the same heat treatment, but they lost their activities by the treatment at 45 °C for 2 hours. *C. vulgaris* S0-26 freezed at -15 °C maintained the photosynthetic activity for 15 hours, and another Antarctic alga, *C. vulgaris* KG-5 isolated from King George Island, maintained the activity for more than 25 hours after freezing at -15 °C. On the other hand, mesophilic algae, C-135 and C-133 lost their activities less than 5 hours after freezing at -15 °C. These results show that an Antarctic *Chlorella* is more resistant to freezing than a mesophilic *Chlorella*.

「はじめに」 われわれは、これまで、南極の陸上という厳しい環境でどのように微細藻類が生育しているかを明らかにする目的で、南極産単細胞緑藻クロレラの光合成活性や生育と温度の関係について調べてきた。それによると、南極の昭和基地周辺のコケ群落上より分離したクロレラ *Chlorella vulgaris* S0-26株、および南極半島、キングジョージ島より分離したクロレラ *C. vulgaris* KG-5株の生育と光合成活性の温度範囲のいずれにおいても温帯産の *C. vulgaris* C-135株や *C. sorokiniana* C-133 株に比べて、より低温側にあった。そこで今回は、これらの藻類に熱処理、凍結処理を行い、さまざまな温度条件が藻類に与える影響について考察した。

「方法」 藻類株は通常、20°C、約6500Lux (163  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/sec) の植物育成用蛍光灯照射下、スターラーで攪拌しながら培養した。熱処理、および凍結処理時の温度変化の測定は温度センサーとデータ記録装置KADEC-U を用いて行った。光合成活性は酸素電極を用い、藻体混液2mlに20,000Luxの光を照射し、生ずる酸素量より求めた。

「結果」 藻類を熱処理した後20°Cにおける光合成活性を測定すると、南極産S0-26株は37.5°C、1時間の処理で活性を失ったが、温帯産C-133株は同じ処理ではまったく活性に変化がなく、45°C、2時間の熱処理で初めて活性を失った。したがって、南極産クロレラの方が高温に弱いことを示している。つぎに、藻類を凍結処理した後に光合成活性を測定すると、南極産S0-26株は冷却速度-0.38°C/min、-15°Cで15時間の凍結処理で活性が残存したが、KG-5株は冷却速度-2.00°C/min、-15°Cで25時間の凍結処理でも活性が残存した。他方、温帯産C-133、C-135株とも冷却速度-0.38°C/min、-15°Cで5時間以内の凍結処理ですべて光合成活性が失われた。これらの結果から、同一種であっても南極産のクロレラの方が温帯産のクロレラに比べて凍結に対する耐性が強いことが分かった。ただし、S0-26株とKG-5株の凍結耐性の違いは凍結処理の速度が異なったためと考えられる。

# **XIX Symposium on Polar Biology**

## **Program**

**December 5 (Thursday), 6(Friday), 1996**

5 December(Thur)	6 December(Fri)
Opening Remarks 1000-1005	
Symposium(I) 1005-1210 Biological Processes in the Southern Ocean O1-6	Symposium(II) 1000-1215 Lakes in Polar Region O13-16
Lunch 1210-1300	Lunch 1215-1310
Symposium(I) 1300-1500 O7-12	Poster Session(II) 1310-1430 Terrestrial Biology F. Terrestrial Community in Deglaciaded Area P55-62 G. Environmental Change P63-70
Coffee Break 1500-1515	Coffee Break 1430-1440
Poster Session(I) 1515-1725 Marine Biology A. Marine Environment/Remote Sensing P1-5 B. Phytoplankton/Flux P6-18 C. Krill/Zooplankton P19-30 D. Fish/Benthos P31-40 E. Birds/Marine Mammal P41-54	Poster Session(II) 1440-1600 Terrestrial Biology H. Terrestrial Ecosystem P71-77 I. Bacteria and Algae P78-84
Reception	Closing Remarks 1600-1605

December, 5 (Thursday), 1996

Opening Remarks : Hirasawa, T.(Director-General, NIPR)

Biological processes in the Southern Ocean

Chairpersons : Ikeda, T. (Hokkaido Univ.), Watanabe, K., Tanimura, A. (NIPR)

- O1. Effects of ultraviolet radiation on marine ecosystems. 1005-1025  
El-Sayed, S. Z., Dijken, G., Gonzalez-Rodas, G. (Texas A&M Univ., USA)
- O2. Unique considerations for ocean color models of pigments primary production and carbon flux for polar regions. 1025-1050  
Mitchell, B. G. (Scripps Inst. of Oceanogr., USA)
- O3. Seasonal variation in the particle size spectrum and microbial planktonic biomass in Antarctic coastal waters. 1050-1110  
Marchant, H. J.(Antarct. Div., AUSTRALIA)
- O4. Differences in diet between daytime and overnight foraging chinstrap penguins at Seal Islands.  
Ichii, T.(NRIFS), Bengston, J. L. (NMML, USA), Hayashi, T., Miura, A.(Tokai Univ.), Takao, Y. (NRIFE), Boveng, P., Jansen, J. K. (NMML, USA)
- O5. Vertical Flux under sea ice in 1995 season in Saroma-ko Lagoon, Hokkaido, Japan.  
Taguchi, S.(Soka Univ.), Saito, H.(Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.), Hattori, H.(Hokkaido Tokai Univ.), Shirasawa, K.(Hokkaido Univ.)
- O6. Is global change acting on temporal changes in ice algal biomass and its flux pattern in a low latitude marginal ice-covered sea?  
Kudoh, S., Fukuchi, M., Michel, C. (NIPR)
- Lunch ----- 1210-1300
- Chairpersons : Fukuchi, M., Kudoh, S.(NIPR)
- O7. Oceanic structure of the Antarctic Divergence and its role in the Southern Ocean. 1300-1320  
Wakatsuchi, M.(Hokkaido Univ.), Taira, K., Hasumoto, H.(Univ.of Tokyo)



O8. Mooring measurement off Wilkes Land	1320-1340
Fukamachi, Y., Wakatsuchi, M.(Hokkaido Univ.), Taira, K., Kitagawa, S. (Univ. of Tokyo), Takahashi, A.(Geo Tecs. Co.), Oikawa, K, Yoritaka, H. (Marine Safety Agency), Ushio, S., Furukawa, A., Fukuchi, M.,Yamanouchi, T.(NIPR)	
O9. Distributions of CFCs and methane in the Southern Ocean.	1340-1400
Watanabe, S., Tsurushima, N., Tsunogai, S.(Hokkaido Univ.)	
O10. The distribution of dissolved organic carbon in the Antarctic Ocean.	1400-1420
Ogawa, H., Fukuda, R., Koike, I.(Univ. of Tokyo)	
O11. Distribution of iron in the Australian sector of the Antarctic Ocean.	1420-1440
Sohrin, Y.(Kanazawa Univ.), Iwamoto, S.(Kyoto Univ.)	
O12.Distribution of macrozooplankton around the Antarctic divergence off Wilkes Land in 1996 austral summer.	1440-1500
Chiba, S., Tamaguchi, Y., Ishimaru, T.(Tokyo Univ. Fish)	
----- Coffee Break -----	1500-1515
----- Poster Session I. Marine Biology -----	1515-1725
----- Reception -----	1800-2000

December, 6 (Friday), 1996

Lakes in Polar Region

Chairpersons : Kanda, H. (NIPR), Matsumoto, G. I.(Otsuma Women's Univ.)

O13.	Fresh water lakes of barren rocky areas near Syowa Station in Antarctica.	1000-1030
	Saito, S.(Hirosaki Univ.), Bando, T.(Kyoto Univ. of Edu.), Imura, S.(NIPR), Hino, S.(Yamagata Univ.), Kanda, K., Ohyama, Y.(NIPR)	
O14.	Trophic status of lakes in Thala Hills - records from the years 1967 and 1988.	1030-1100
	Kaup, E. (Inst. Ecology, ESTONIA)	
O15.	Vegetation at the bottom of lakes in the vicinity of Syowa Station, Antarctica.	1100-1130
	Imura, S., Kanda, H.(NIPR), Bando, T.(Kyoto Univ. of Edu.), Saito, S.(Hirosaki Univ.)	
O16.	Viruses in Antarctic Lakes.	1130-1200
	Wharton, R., Kepner, R.(Desert Res. Inst., USA)	
-----	Discussion -----	1200-1215
-----	Lunch -----	1215-1310
-----	Poster Session II. Terrestrial Biology -----	1310-1600

December, 5 (Thursday), 1996

Poster Session I. Marine Biology

A. Marine Environment / Remote Sensing

Chairpersons : Naganobu, M., Ichii, T. (NRIFS), Yamaguchi, Y., Satoh, H. (Tokyo Univ. of Fish.)

P1. An analysis of the biological-chemical processes in the Antarctic Ocean using the satellite data.

Kimura, N., Okada, Y. (Tokai Univ.)

P2. In-water algorithms for estimation of Chlorophyll a concentration in the Southern Ocean.

Hirawake, T., Yamaguchi, Y., Ishimaru, T., Satoh, H. (Tokyo Univ. of Fish.)

P3. Application of regional bio-optical model for czcs derived phytoplankton pigment distribution studies in Antarctic peninsular waters during austral summer.

Mahapatra, K. (Tokai Univ.), Matsumura, S., Kawaguchi, S. (NRIFS), Senga, Y. (Tokai Univ.)

P4. Observation of oceanographic structures in the Drake Passage in 1994/95 austral summer.

Naganobu, M. (NRIFS), Hosonuma, K. (Coastal Ocean Res.), Ichii, T., Kawaguchi, S. (NRIFS),  
Ogishima, T. (Tohoku NFR)

P5. Effects of natural UV radiation on Antarctic cyanobacterial mats.

Quesada, A. (Lake Biwa Res. Inst.), Goff, L. (Univ. California, USA), Karentz, D. (Univ. San Francisco, USA)

B. Phytoplankton/Flux

Chairpersons : Sasaki, H. (Ishinomaki Senshu Univ.), Satoh, H. (Tokyo Univ. of Fish.), Watanabe, K.,  
Kudoh, S. (NIPR)

P6. Changes of primary production from early March to late May 1994 in Notoro-ko Lagoon, Japan.

Satoh, H., Kusaka, K. (Tokyo Univ. of Fish.), Nakane, T. (Marine Biol. Res. of Japan)

P7. Analysis of ice algal photosynthetic pigments.

Kashino, Y., Fujimoto, K., Koike, H., Satoh, K. (Himeji Inst. of Tech.), Kudoh, S. (NIPR)

P8. Short-term variability in downward particle flux at the ice-edge of the Antarctic Ocean in summer.

Sasaki, H., Suzuki, H. (Ishinomaki Senshu Univ.), Suzuki, K., Handa, N. (Nagoya Univ.), Kudoh, S.,  
Fukuchi, M. (NIPR)

- P9. Seasonal variations in size-fractionated sinking particles in a seasonally ice-covered ecosystem (Saroma-ko lagoon, Okhotsk Sea).  
Michel, C., Fukuchi, M., Kudoh, S.(NIPR)
- P10. Size-fractionated Chlorophyll a and primary production during spring 1995-96 in the Southern Ocean (Atlantic sector).  
Tremblay, J. E.(AWI, GERMANY), Lucas, M. I.(Univ. of Cape Town, SOUTH AFRICA),  
Bracher, A.(AWI, GERMANY), Kattner, G., Strass, V. H.(AWI, GERMANY)
- P11. Effect of hydrostatic pressure on the growth of deep-sea bacterial communities.  
Sakiyama, T., Ohwada, K.(Univ. of Tokyo)
- P12. Genetic diversity of the family Vibrionaceae by restriction fragment length polymorphism analysis of 16SrRNA gene isolated from cold marine environments.  
Urakawa, H., Kita-Tsukamoto, K., Ohwada, K.(Univ. of Tokyo)
- P13. Distribution of phytoplankton around the Antarctic Divergence in 1996 austral summer.  
Horimoto, N., Ishimaru, T., Yamaguchi, Y.(Tokyo Univ. of Fish.)
- P14. Effects of low temperature on the activity of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase of ice alga *Detonula confervacea*.  
Suzuki, Y.(RITE), Takahashi, M.(Univ. of Tokyo)
- P15. Distribution of pico-sized cyanobacteria, bacteria, and heterotrophic nanoflagellates in the Southern Ocean.  
Fukami, K.(Kochi Univ.), Yasuda, M.(NIPR), Ishigaki, T.(Univ. of Tokyo), Uno, K.(Kochi Univ.)
- P16. Bacterial production and its consumption by heterotrophic nanoflagellates in the Southern Ocean.  
Fukami, K., Uno, K.(Kochi Univ.)
- P17. The influence of ice structure on the algal assemblages off Zhongshoan Station, eastern Antarctica.  
He, J., Chen, B., Wu, K. (Polar Res. Inst. of CHINA)
- P18. Bacterial population of the Bering and Chukchi Seas : Ecological and physiological features.  
Tsyban, A. (Inst. of Global Climate and Ecology, RUSSIA)

C. Krill/Zooplankton

Chairpersons : Hattori, H.(Hokkaido Tokai Univ.), Takahashi, K., Tanimura, A. (NIPR)

P19. Diel changes in microzooplankton and ice algae in the seasonal sea ice at Saroma ko lagoon.

Hattori, H., Seto, K., Furuta, Y. (Hokkaido Tokai Univ.), Saito, H.(Hokkaido Natl. Fish. Res. Lab.)

P20. Factors influencing vertical distribution of copepods at ice-covered Saroma-ko Lagoon with particular reference to ice-water interface.

Saito, H. (Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.), Hattori, H.(Hokkaido Tokai Univ.)

P21. The distribution and filtering rate of *Salpa thompsoni* off Wilkes Land.

Sato, R., Ishimaru, T., Yamaguchi, Y.(Tokyo Univ. of Fish.)

P22. Microzooplankton grazing in the surface water of Antarctic Ocean during a summer.

Tsuda, A.(Hokkaido Natl Fish. Res. Inst.), Kawaguchi, S.(NRIFS)

P23. Vertical distribution and gonad maturity of *Metridia gerlachei* (Calanoida, Copepoda) in the Pridz Bay, Antarctica 1991.

Kohmaru, K.(Tokai Univ.), Tanimura, A., Watanabe, K.(NIPR), Hosie, G. (Antarct. Div., AUSTRALIA), Kubota, T.(Tokai Univ.)

P24. On *Paralabidocera antarctica* (Calanoida, Copepoda) collected with a light-trap in 1984 by JARE-25.

Tanimura, A.(NIPR)

P25. Ciliates reproducing in the gut of Antarctic krill

Kobayashi, M., Taguchi, S., Saigusa, J., Toda, T.(Soka Univ.), Kawaguchi, S., Naganobu, M.(NRIFS)

P26. Feeding habits of Antarctic krill *Euphausia superba* in South Shetland waters and off Adelie Land.

Nishino, Y., Kawamura, A.(Mie Univ.)

P27. Growth of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) in the aquarium.

Hirano, Y., Matsuda, T., Watanabe, K., Uchida, I.(Port of Nagoya Public Aquarium)

P28. Species, stage and size compositions of larval euphausiids in the southeast Bering Sea in summer 1993 and 1995.

Seo, M., Nishimura, A. (FSFRI), Nishiyama, T. (Hokkaido Tokai Univ.)

P29. Preliminary results of a biological/oceanographic survey off the coast of East Antarctica (80-150°E) carried out in January-March 1996.

Nicol, S., Bindorr, N., Pauly, T., Thiele, D., Woehler, E., Wright, S. (Antarct. Div., AUSTRALIA)



P30. Antarctic marine copepods : underestimated and undervalued.

Beaumont, K. L. (Univ. of Tasmania, AUSTRALIA), Hosie, G. W. (Antarct. Div., AUSTRALIA)

#### D. Fish/Benthos

Chairpersons : Iwami, T., Numanami, H.(Tokyo Kasei Gakuin Univ.), Takeuchi, I. (Univ. of Tokyo)

P31. Reproduction of Antarctic Notothenioid fish (*Harpagifer antarcticus* Nybelin) in the Aquarium.

Hirano, Y., Matsuda, T., Watanabe, K.(Port of Nagoya Public Aquarium)

P32. Gill ultrastructure of a deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus* collected from the water off Lutzow-Holm Bay, Antarctica.

Matsumasa, M., Kikuchi, S.(Iwate Med. Univ.), Takeuchi, I.(Univ. of Tokyo)

P33. By-catch fishes collected during the exploratory long-line fishing carried out in the vicinity of the Kerguelen Islands.

Iwami, T., Numanami, H., Sawai, M. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.)

P34. Fluctuation of benthic amphipods in the coastal water near Syowa Station, Antarctica.

Numanami, H.(Tokyo Kasei Gakuin Univ.), Takeuchi, I.(Univ. of Tokyo), Hoshiai, T.(NIPR)

P35. Calanoid copepods (Crustacea) with sensory setae on maxilla collected using baited traps from the Antarctic Sea, with reference to taxonomy, zoogeography and feeding ecology.

Ohtsuka, S.(Hiroshima Univ.), Takeuchi, I.(Tokyo Univ.), Tanimura, A.(NIPR)

P36. Cholinergic cardiac responses of Antarctic fishes to subzero temperatures.

Bastos-Ramos, W. P., Goncalves, N. M. (Univ. Estadual Paulista, BRASIL),

Bacila, M.(Univ. Federal Parana, BRASIL)

P37. Connection between type of development and type of distribution of Antarctic brittle-stars.

Smirnov, I. S. (Zoological Inst., RUSSIA)

P38. Symbiotic relation of polar ophiuroids in connection with history of formation of faunas.

Smirnov, I. S. (Zoological Inst., RUSSIA)

P39. Creation of computer data bank and identification keys for investigation of marine polar faunas.

Smirnov, I.S. , Lobanov , A. L., Dianov, M. B., Smirnov , A. V. (Zoological Inst., RUSSIA)

P40. Biodiversity of bottom invertebrates in the eastern part of the Weddell Sea, Southern Ocean.

Sirenko, B. I. , Smirnov, I. S.(Zoological Inst.RUSSIA), Arntz, W.(AWI, GERMANY)

E. Sea Birds/Marine Mammal

Chairpersons : Watanuki, Y.(Hokkaido Univ.), Sato, K.(NIPR), Kawamura, A.(Mie Univ.)

P41. Body composition of breeding Leach's Storm-petrels.

Niizuma, Y., Takahashi, A.(Hokkaido Univ.), Hayama, S.(Nippon Vete.y and Anim. Scie. Univ.),  
Watanuki, Y.(Hokkaido Univ.)

P42. Foraging behavior of male and female King Cormorants.

Kato, A.(NIPR), Kuroki, M.(Univ. of Tokyo), Watanuki, Y.(Hokkaido Univ.),  
Shaughnessy, P. D.(CSIRO, AUSTRALIA), Naito, Y.(NIPR)

P43. The daily and annual change of the chick growth and the food provisioning of Rhinoceros auklet (*Cerorhinca monocerata*).

Kuroki, M.(Univ. of Tokyo), Takahashi, A.(Hokkaido Univ.), Kato, A.(NIPR),  
Tsukamoto, K.(Univ. of Tokyo), Naito, Y.(NIPR), Watanuki, Y.(Hokkaido Univ.)

P44. Parental mass change and food provisioning of Adelie Penguins at colonies with different sea-ice conditions.

Watanuki, Y.(Hokkaido Univ.), Miyamoto, T.(Tokyo Univ. of Fisheries), Kato, A.(NIPR),  
Robertson, G.(Antarctic Division, AUSTRALIA), Naito, Y.(NIPR)

P45. Aerial observations of emperor penguins (*Aptenodytes forsteri*) in the Riiser-Larsen Peninsula and the Umebosi Rock colonies, East Antarctica in 1994

Watanabe, K. (NIPR), Sato, T. (Tsukuba Univ)

P46. Swim speed during dive performance in king penguins.

Sato, K., Kato, A., Naito, Y.(NIPR), Charrassin, J-B., Le Maho, Y.(CNRS, FRANCE)

P47. Activities of captive pygoscelid penguins in artificial lights.

Kurita, M., Kawakami, N., Akune, Y., Kondo, Y., Watanabe, K., Uchida, I.(Port of Nagoya Public Aquarium)

P48. Growth of three king penguins *Aptenodytes patagonicus* in captivity.

Kawakami, N., Kurita, M., Kondo, Y., Akune, Y., Watanabe, K., Uchida, I.(Port of Nagoya Public Aquarium)

P49. Oxygen consumption of harbor porpoises in captivity.

Otani, S.(Grad. Univ. Advanced Studies), Naito, Y.(NIPR), Kawamura, A.(Mie Univ.)

P50. Feeding rate of Dall's porpoise in the waters adjacent to Hokkaido.

Ohizumi, H., Miyazaki, N.(Univ. of Tokyo)

P51. A biological study on the ringed seal, *Phoca hispida*, captured at Dixon in the Arctic.

Miyazaki, N.(Univ. Tokyo), Koyama, Y.(NHK), Sasaki, H.(Hokkaido Univ.), Belikov, S.,  
Boltunov, A.(Russian Res. Inst.)

P52. Oceanographic analysis on the Southern Minke Whale distribution based on the Japanese scientific permit cruise in 1995/96.

Naganobu, M.(NRIFSF), Kano, H. (Asia Air Survey), Itoh, K.(Environmental Simulation Lab.),  
Nishiwaki, S.(Inst. of Cetacean Res.)

P53 Carbohydrate metabolism in birds erythrocytes: levels of ip5 and 2,3-dpg in Antarctic birds and effect on chicken hexokinase activity.

Rodrigues, E., Rosa, R., Ocampos, D., Rosa, C. D., Bacila, M.(Universidade Federal do Paranáderal do Paraná)

P54. Ureogenesis in Antarctic birds.

Rodrigues, E., Rosa, R., Bacila, .M.(Universidade Federal do Paranáderal do Paraná)

December,6 (Friday), 1996

Poster Session II. Terrestrial Biology

F. Terrestrial Community in Deglaciaded Area

Chairperson : Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

P55. Relationship between plant community and topographic factor on the moraine at deglaciaded Arctic terrain in Ny-Alesund.

Minami, Y.(Hiraoka Envir. Sci. Lab.), Okitsu, S.(Chiba Univ.), Kanda, H.(NIPR)

P56. Relation between vegetation development and composition of surface materials on moraine at deglaciaded Arctic terrain in Ny-Alesund, Spitsbergen.

Okitsu, S.(Chiba Univ.), Minami, Y.(Hiraoka Env. Sci. Lab.), Kanda, H.(NIPR)

P57. Plant colonization and vegetation development at the Arctic glacier edge area.

Kanda, H.(NIPR), Minami, Y.(Hiraoka Environ.Sci. Lab.)

P58. The relationship between growth form and reproduction of *Saxifraga oppositifolia* L. in Ny-Alesund, Svalbard.

Kume, A(Waseda Univ.), Bekku, Y.(Tokyo Metropolitan Univ.), Nakatsubo, T.(Hiroshima Univ.)

P59. Reproductive characteristics of *Dryas octopetala* L. in Ny-Alesund, Svalbard.

Wada, N.(Toyama Univ.)

P60. Root respiration on a deglaciaded area in Ny-Alesund, Svalbard.

Nakatsubo, T.(Hiroshima Univ.), Bekku, Y. (Tokyo Metropolitan Univ.), Kume, A.(Waseda Univ.), Koizumi, H.(NIAES)

P61. Temperature dependence of soil respiration on a deglaciaded area in Ny-Alesund, Svalbard.

Bekku, Y.(Tokyo Metropolitan Univ.), Nakatsubo, T.(Hiroshima Univ.), Kume, A.(Waseda Univ.), Koizumi, H.(NIAES)

P62. Macrohabitats of soil microarthropods in a polygon.

Yoshida, S.(Iwate Univ.), Ohyama, Y.(NIPR)

## G. Environmental Change

Chairperson : Wada, N. (Toyama Univ.)

P63. Green house effect on alpine plants II -Temperature enhancement by Open-top-chamber treatment on Mt. Kisokomagatake, Central Japanese Alps-

Iijima, Y.(Tokyo Metropolitan Univ.), Kimura, K.(Univ. of Tokyo)

P64. Green house effect on alpine Plants III -Effects of wind shield on the phenology of alpine plants-

Fukuyo, S.(Tokyo Univ. of Agr. and Tech.), GENET(Geoecological Network)

P65. Growth responses of alpine plants to environmental manipulation by open-top chambers: experiments in Tateyama Range, Toyama Prefecture.

Miyamoto, M., Wada, N., Kojima, S.(Toyama Univ.)

P66. Effect of open-top chamber for plants at alpine area of Mt. Fuji.

Nagai, M., Watanabe, M., Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

P67 Temperature enhancement by open-top chamber experiment in Antarctica.

Imura, S., Kanda, H.(NIPR)

P68. The effect of UV on Antarctic algal lipids.

Skerratt, J., Davidson, A., Nichols, P., McMeekin, T. (Univ. of Tasmania, AUSTRALIA)

P69. Reconstruction of changes in paleoenvironments for Baikal sediment cores (BDP93/1&2) inferred from organic compounds.

Kosaku, S. (Tokyo Univ. Agr. and Tech.), Matsumoto, G. I. (Otsuma Women's Univ.),

Takamatsu, N. (Toho Univ.), Motohashi, T. (Otsuma Women's Univ.), Nishi, M.,

Yoshino, Y.(Sci. Univ. Tokyo), Hinata, R.(Otsuma Women's Univ.), Takemura, T.(Sci. Univ. Tokyo),

Ambe, Y.(Tokyo Univ. Agr. and Tech.)

P70. Changes of plant and vegetation diversity on latitudinal gradient on Taymyr Peninsula.

Matveyeva, N. (Komanov Bot.Inst., RUSSIA)

## H. Terrestrial Ecosystem

Chairperson : Nakatsubo, T. (Hiroshima Univ.)

P71. Production of sexual organs on *Bryum amblyodon* in Antarctica.

Higuchi, M.(Nat'l Sci. Museum), Nakatsubo, T.(Hiroshima Univ.), Imura, S., Kanda, H.(NIPR)



- P72. The colonization process of the Antarctic vegetation studies by culture experiments.  
Ayukawa, E.(Tokyo Univ. of Agr. and Tech.), Imura, S., Kanda, H.(NIPR),  
Hukusima, T.(Tokyo Univ. of Agr. and Tech.)
- P73. A flowering plant found in the Syowa Station area, Antarctica.  
Kanda, H., Imura, S.(NIPR)
- P74. Seasonal changes in Rubisco content of *Polygonum cuspidatum* growing in alpine zone of Mt. Fuji.  
Matsuura, T., Asanuma, T., Masuzawa, T., Ishikawa, K.(Shizuoka Univ.)
- P75. Phytosynthetic characteristics in *Carex doenitzii* on the alpine zone on Mt. Fuji.  
Kibe, T.(Grad. Univ. Advanced Studies), Masuzawa, T.(Shizuoka Univ.), Kanda, H.(NIPR)
- P76. Cause of tree-line of *Abies mariesii* on Mt. Norikura.  
Kyoussou, Y., Kumagai, T., Maruta, E.(Toho Univ.)
- P77. The vegetation of Nelson Island Lakes - South Shetland Islands, Antarctica.  
Putzke, J. (Santa Cruz Univ., BRASIL)

#### I. Bacteria and Algae

Chairperson: Okuyama, H.(Hokkaido, Univ.)

- P78. Nitrate removal by Antarctic psychrophilic yeast cells under high salt conditions.  
Ishikawa, S.(Yamanashi Univ.), Nishikawa, J.(Sci. Univ. of Tokyo), Tsuji, M.,  
Komiya, Y.(Yamanashi Industrial Tech. Center), Katayama-Hirayama, K., Hirayama, K.(Yamanashi Univ.)
- P79. Variation in freezing resistance between isolates of a psychrophilic fungus, *Typhula ishikariensis* from Norway.  
Hoshino, T.(HNIRI), Tronsmo, A. M.(Norwegian Crop Res. Inst.), Matsumoto, N.(Natl Inst. of Agro-  
Environmental Sci.), Araki, T.(Hokkaido Univ.), Goda, T.(HNIRI), Ohgiya, S., Ishizaki, K.(HNIRI)
- P80. Microbial biodiversity of Antarctica and temperature sensing in psychrotrophic bacteria.  
Shivaji, S. (CCMB, INDIA)
- P81. Biogeochemical features of sterols in cryptoendolithic microbial communities from the McMurdo Dry Valleys, Antarctica.  
Sekiya, E.(Tokyo Univ. Agr. and Tech.), Matsumoto, G. I.(Otsuma Women's Univ.),  
Friedmann, E. I.(Florida State Univ.), Ambe, Y.(Tokyo Univ. Agr. and Tech.)

P82. Lipids of snow molds.

Istokovics, A., Izumi, K., Hoshino, T., Sawada, M., Ishizaki, K., Morita, N.(HNIRI),  
Okuyama, H.(Hokkaido Univ.)

P83. Television image analysis of microbial communities in a Himalayan glacier for biological core analysis.

Yoshimura, Y.(Tokyo Inst. of Tech.), Kawasaki, Y., Tsuji, T.(MitsubishiKagaku Inst. of Life Sci.),  
Kohshima, S.(Tokyo Inst. of Tech.)

P84. Heat and freeze tolerances of Antarctic freshwater green algae.

Nagashima, H., Momose, H.(Sci. Univ. of Tokyo)

National Institute of  
Polar Reserach  
9-10, Kaga 1-chome  
Itabashiku, Tokyo

Research Building

Main Building

Reception

Guest House

Gate

国立極地研究所  
板橋区加賀1-9-10  
電話 3962-4711

東板橋体育館  
Higashiitabashi  
Gymnasium

交番  
Police  
Box

NIPR

Park

Post  
Office

Convenience  
Store

Yaki-tori  
Shop

Book  
Store

Bakery

A1 Exit

(Itabashi  
Kuyakusyo-mae)  
板橋区役所前駅

Skylark  
(Restaurant)

Post  
Office

ROUTE 17  
国道17号線

Fruit Store

Bowling Alley

(Shin-Itabashi)  
新板橋駅

Shoe  
Store

Coffee  
Shop

Taxi  
Stand

Shimo-Itabashi  
東武東上線  
下板橋駅

Tobu-Tôjô  
Line

Itabashi  
JR (Saikyô) Line JR埼京線 板橋駅

地下鉄  
都営三田線  
Subway

# 板橋周辺図

0

500m

